LaTeX... pour le prof de maths !

Aide-mémoire, astuces et approfondissements

Arnaud GAZAGNES

30 mai 2015

À ma chère famille !

Τέχνης δεῖ τῷ μέλλοντι δρᾶν.

Celui qui se dispose à agir a besoin de connaissances techniques. (Platon)

Τὸ πράττειν τοῦ λέγειν χρεῖττόν ἐστιν.

L'action vaut mieux que la parole. (Démosthène)

Sommaire

1 En guise de préambule... 16

2 Squelette 18
2.1 Commande \, argument {} et option [] . . . 18
2.2 Préambule . . . 18
2.3 \documentclass . . . 18
2.4 Extensions et \usepackage . . . 19
2.4.1 Principe . . . 19
2.4.2 Encodages . . . 19
2.4.3 D'autres extensions . . . 19
2.5 Environnements . . . 19
2.6 Caractères réservés et lettres accentuées . . . 19
2.6.1 Caractères réservés . . . 19
2.6.1.1 Le symbole de pourcentage % . . . 19
2.6.1.2 Écriture des caractères réservés . . . 20
2.6.2 Lettres accentuées et autres symboles divers . . . 20
2.7 Hiérarchie de sectionnement . . . 20
2.8 Inclusion de fichiers . . . 21
2.9 Les causes d'erreur . . . 21

3 Mise en forme – Mise en valeur du texte 23
3.1 Multicolonnes . . . 23
3.1.1 Principe . . . 23
3.1.2 Saut de colonne . . . 23
3.1.3 Version étoilée . . . 23
3.1.4 Améliorations . . . 24
3.1.4.1 Ligne de séparation . . . 24
3.1.4.2 Espace inter-colonnes . . . 24
3.2 Taille de l'interligne . . . 24
3.2.1 Dans tout le document . . . 24
3.2.2 Localement : l'extension \setspace . . . 24
3.2.3 Et la taille de fonte ! . . . 24
3.3 Paragraphe . . . 25
3.3.1 Indentation . . . 25
3.3.2 Retour à la ligne . . . 25
3.3.3 Alignement au centre et autres . . . 25
3.3.4 Trois points... de typographie . . . 25
3.3.4.1 Guillemets . . . 26
3.3.4.2 Points de suspension . . . 26
3.3.4.3 Espace insécable . . . 26
3.3.4.4 Traits d'union . . . 26
3.4 Longueurs et espacements . . . 26
3.4.1 Longueurs . . . 26
3.4.2 Espacement horizontal . . . 26
3.4.3 Espacement vertical . . . 27

3.4.4 Espacements élastiques . . . 27
3.4.4.1 \hfill, \vfill . . . 27
3.4.4.2 \stretch . . . 27
3.4.5 Espacement entre paragraphes . . . 28
3.4.6 Affectation de valeur à une longueur . . . 28
3.4.6.1 \newlength . . . 28
3.4.6.2 \setlength . . . 28
3.4.6.3 \addtolength . . . 28
3.4.6.4 \settowidth . . . 29
3.4.6.5 Application 1 : texte barré . . . 29
3.4.6.6 Application 2 : filet double encadrant . . . 29
3.5 Police ! . . . 29
3.5.1 Styles classiques . . . 29
3.5.2 Cursive . . . 30
3.5.3 Ils sont fous, ces Romains ! . . . 30
3.5.3.1 Écrire en chiffres romains . . . 30
3.5.3.2 Notation des siècles . . . 30
3.5.3.3 Premier, deuxième, etc. . . . 30
3.5.3.4 Chiffres elzéviriens . . . 30
3.5.4 Taille des caractères . . . 30
3.5.5 Couleurs . . . 31
3.5.5.1 Couleurs prédéfinies . . . 31
3.5.5.2 Définir une couleur . . . 31
3.5.5.3 Ecrire un texte en couleur . . . 32
3.5.6 Divers effets . . . 32
3.5.6.1 Soulignement . . . 32
3.5.6.2 Divers encadrements . . . 32
3.5.6.3 Agrandissements . . . 33
3.5.6.4 Texte tourné et \rotatebox . . . 33
3.5.6.5 À l'envers . . . 33
3.5.6.6 Texte penché et \pstilt . . . 33
3.5.6.7 Trait horizontal . . . 33
3.5.7 Changement de police . . . 34
3.6 Citations . . . 34
3.6.1 Environnement quote . . . 34
3.6.2 Environnement quotation . . . 34
3.6.3 Avec un nouvel environnement . . . 34
3.7 Adresses url . . . 35
3.8 Deux idées pour un QCM . . . 35
3.8.1 En bout de ligne . . . 35
3.8.2 Avec des multicolonnes . . . 35
3.9 Filigrane . . . 35
3.10 Symboles décoratifs . . . 35
3.10.1 Des symboles dans un environnement mathématique . . . 35
3.10.2 Dingbats et pifont . . . 35
3.11 D'autres couleurs, format rgb . . . 38

4 Mise en boîte **40**
4.1 Boîtes de ligne . . . 40
4.1.1 Commande \mbox . . . 40
4.1.2 Commande \makebox . . . 40
4.1.3 Commandes \fbox et \framebox . . . 41
4.1.3.1 Commande \fbox . . . 41
4.1.3.2 . . . avec la commande \strut . . . 41
4.1.3.3 Commande \framebox . . . 41

4.1.4 Commande \raisebox . . . 41
4.1.5 Divers effets de mise en forme . . . 41
4.2 Boîtes verticales . . . 41
4.2.1 Commande \parbox . . . 41
4.2.2 Minipages . . . 42
4.3 Dimensions de la boîte . . . 43
4.4 Boîtes de couleur . . . 43
4.4.1 Commande \colorbox . . . 43
4.4.2 Commande \fcolorbox . . . 43
4.5 Boîtes de réglures, boîtes noires : rule . . . 44
4.6 Boîtes de sauvegarde . . . 44

5 Compteurs et énumérations de texte 45
5.1 Compteurs . . . 45
5.1.1 Définir son propre compteur . . . 45
5.1.2 Affichage de la valeur du compteur . . . 45
5.1.3 Application 1. Exercice n° . . . 46
5.1.3.1 Première façon . . . 46
5.1.3.2 Seconde façon . . . 46
5.1.4 Application 2. Lignes de tableau . . . 46
5.1.5 Application 3. Création d'exercices avec des nombres aléatoires . . . 47
5.1.5.1 Idée . . . 47
5.1.5.2 Simplifications de fractions . . . 47
5.1.5.3 Simplifications de racines carrées . . . 47
5.1.6 Application 4. Liste de livres . . . 48
5.1.7 Dans un QCM . . . 48
5.1.8 Comme aux concours ! . . . 48
5.2 Énumérations de texte . . . 49
5.2.1 Les listes de description : l'environnement description . . . 49
5.2.2 Les listes numérotées : l'environnement enumerate . . . 49
5.2.2.1 Sans option . . . 49
5.2.2.2 Avec option : changement *local* du type de numération . . . 49
5.2.2.3 Numéros entourés . . . 50
5.2.2.4 1, 2, 0, . . . 50
5.2.2.5 Interruption temporaire pour une mise en page . . . 50
5.2.3 Les listes à tirets, non numérotées : l'environnement itemize . . . 51
5.2.3.1 Tirets . . . 51
5.2.3.2 Personnalisation des items . . . 51
5.2.3.3 Puces et autres, *dans tout le document* . . . 51
5.2.3.4 Puces et autres, *localement* . . . 51
5.2.3.5 Espacement vers la droite . . . 51
5.2.4 Imbrication . . . 52
5.2.4.1 Principe . . . 52
5.2.4.2 Exemple . . . 52
5.2.5 Liste dans le texte . . . 52
5.2.6 Espace entre les éléments . . . 52
5.2.7 Avec des lettres grecques . . . 52
5.2.8 Avec l'extension enumitem . . . 52
5.2.9 Définir une liste . . . 53
5.2.9.1 L'environnement list . . . 53
5.2.9.2 Liste non numérotée . . . 53
5.2.9.3 Liste numérotée . . . 53
5.2.10 Liste en colonnes . . . 54
5.2.10.1 De haut en bas d'abord . . . 54
5.2.10.2 De gauche à droite ensuite . . . 54

6 Références **55**
6.1 Principe . . . 55
6.2 Note de bas de page . . . 55
6.2.1 Commande `\footnote` . . . 55
6.2.2 Changer le style de numérotation . . . 55
6.2.3 Note sur une même ligne . . . 55
6.2.4 Dans un tableau ou une minipage . . . 55
6.2.5 Filets de notes . . . 56
6.3 Notes dans la marge . . . 56
6.3.1 Commande `\marginpar` . . . 56
6.3.2 Commande `\reversemarginpar` . . . 56
6.4 Les étiquettes . . . 56
6.4.1 `\label` . . . 56
6.4.2 `\ref` . . . 56
6.4.3 `\pageref` . . . 56
6.4.4 `\the...` . . . 57
6.4.5 Hyperliens . . . 57

7 Écrire des mathématiques **58**
7.1 Composition . . . 58
7.2 Environnement mathématique . . . 58
7.2.1 Expressions « en ligne » (`$...$`) ou « hors texte » (`\[...\]`) . . . 58
7.2.2 Commande `\displaystyle` et autres commandes de taille de police . . . 59
7.2.3 Texte et espace dans un environnement mathématique . . . 59
7.2.3.1 Commande `\text{...}` . . . 59
7.2.3.2 Espace . . . 59
7.2.4 Mise en boîte . . . 59
7.3 Les commandes de base . . . 59
7.3.1 Écriture d'un nombre et virgule . . . 59
7.3.1.1 La commande `\np` . . . 59
7.3.1.2 La commande `\DecimalMathComma` . . . 60
7.3.2 Flèches . . . 60
7.3.2.1 Flèches « droites » . . . 60
7.3.2.2 Flèches « obliques » . . . 60
7.3.2.3 Flèches « arrondies » . . . 60
7.3.2.4 Flèches des fonctions . . . 60
7.3.3 Indices et exposants . . . 60
7.3.4 Fractions . . . 61
7.3.5 Radicaux . . . 61
7.3.6 Fonctions usuelles . . . 61
7.3.7 Dérivées . . . 61
7.3.8 Limites, intégrales, sommes et produits . . . 61
7.3.8.1 Symboles et utilisation . . . 61
7.3.8.2 Placement des « limites » . . . 62
7.3.9 Vecteurs . . . 62
7.3.10 Valeur absolue et norme . . . 62
7.3.11 Complexes . . . 62
7.3.11.1 Réels et imaginaires . . . 62
7.3.11.2 Conjugué . . . 62
7.3.12 Matrices . . . 62
7.3.12.1 Matrices usuelles . . . 62
7.3.12.2 Matrices « bordées » . . . 63
7.3.12.3 Espacement vertical . . . 63
7.3.13 Systèmes . . . 63
7.3.14 Parallèles et perpendiculaires . . . 64

7.3.15 Ensemble de nombres entiers . . . 64
7.3.16 Probabilités . . . 64
7.3.17 Arithmétique . . . 64
7.3.18 « tel que » . . . 64
7.3.19 Accents en mode mathématique . . . 64
7.3.19.1 En général . . . 64
7.3.19.2 Cas de i et j . . . 64
7.3.20 Pointillés . . . 64
7.3.21 Des blancs et des crochets . . . 64
7.4 Délimiteurs . . . 65
7.4.1 Délimiteurs classiques (, {, ... 65
7.4.2 Délimiteurs \big, . . . 65
7.4.3 Avec \delimiterfactor . . . 65
7.5 Symboles extensibles . . . 65
7.5.1 Angle, vecteur, barre, ... 65
7.5.2 Accolades horizontales . . . 66
7.5.3 Empilement : écriture de limite . . . 66
7.5.4 Empilement : commande \stackrel . . . 66
7.6 Mise en valeur . . . 66
7.6.1 Encadrement d'une formule . . . 66
7.6.2 Gras . . . 66
7.6.2.1 Avec \boldmath . . . 66
7.6.2.2 Avec \mathversion . . . 66
7.6.2.3 Avec \boldsymbol . . . 67
7.6.2.4 Avec l'extension bm . . . 67
7.6.3 Polices mathématiques . . . 67
7.6.4 Lettres calligraphiées . . . 67
7.6.5 Barré . . . 67
7.6.6 Fantômes . . . 67
7.7 Présentation d'une équation . . . 68
7.7.1 Numérotation d'une formule . . . 68
7.7.2 Équations sur plusieurs lignes . . . 68
7.7.2.1 L'environnement eqnarray . . . 68
7.7.2.2 L'environnement align . . . 69
7.7.2.3 L'environnement split . . . 69
7.7.3 Insertion d'un commentaire avec la commande \intertext . . . 70
7.7.4 Formule trop longue . . . 70
7.8 Définir ses propres commandes . . . 70
7.8.1 La commande \ensuremath . . . 70
7.8.2 La commande \DeclareMathOperator . . . 70
7.8.3 Utilisation de \renewcommand . . . 71
7.8.3.1 Principe . . . 71
7.8.3.2 Un « raccourci clavier » . . . 71
7.8.3.3 Redéfinir des commandes existantes . . . 71
7.8.4 Utilisation de \xspace . . . 71
7.9 Pose d'une opération : xlop . . . 71
7.10 Lettres et symboles . . . 71
7.10.1 Le symbole € . . . 72
7.10.2 Un utilitaire . . . 72
7.10.3 Numérations antiques . . . 72
7.10.4 Lettres grecques . . . 72
7.10.4.1 De l'alpha à l'oméga . . . 72
7.10.4.2 Majuscules en italiques . . . 72
7.10.5 Symboles mathématiques . . . 72

8 Tableaux **75**
8.1 Tableaux « de base » . . . 75
8.1.1 Structure... et aide-mémoire . . . 75
8.1.2 Un travail sans filet . . . 75
8.1.3 Répétition de colonnes . . . 75
8.1.4 Fin de ligne . . . 75
8.1.5 Position du tableau par rapport au texte . . . 75
8.2 Lignes horizontales . . . 76
8.2.1 Avec des lignes horizontales entières . . . 76
8.2.2 Double ligne horizontale . . . 76
8.2.3 Bordure horizontale partielle . . . 76
8.3 Fixer la largeur . . . 76
8.3.1 Commande `p{`*largeur*`}` . . . 76
8.3.2 Alignement : `\centering`, ... 76
8.4 Cellules multicolonnes et multilignes . . . 77
8.4.1 Cellules multicolonnes . . . 77
8.4.2 Cellules multilignes . . . 78
8.5 Tableau et paragraphe . . . 78
8.5.1 Texte en paragraphe sur plusieurs lignes . . . 78
8.5.2 Revenir à la ligne . . . 78
8.6 Style par défaut pour une colonne . . . 78
8.6.1 L'instruction `>{commandes}` . . . 78
8.6.2 L'instruction `\newcolumntype` . . . 79
8.7 Agrandissement vertical . . . 80
8.7.1 La commande `\arraystretch` . . . 80
8.7.2 Avec une boîte . . . 80
8.7.3 Avec l'insertion d'un filet . . . 80
8.7.4 Éloignement vertical . . . 80
8.8 Épaisseur des filets . . . 81
8.8.1 Pour tout le tableau . . . 81
8.8.2 Pour quelques lignes ou quelques séparateurs de colonnes . . . 81
8.9 On tourne ! . . . 81
8.9.1 Le contenu . . . 81
8.9.2 Le contenant . . . 81
8.10 On scinde ! . . . 82
8.11 On réduit ! . . . 82
8.12 On note ! . . . 82
8.13 On décale (entre deux lignes) ! . . . 82
8.14 Des colonnes extensibles . . . 82
8.14.1 L'extension `tabularx` . . . 82
8.14.2 Position du contenu et commande `\arraybackslash` . . . 83
8.14.3 Plus de place qu'une autre . . . 84
8.15 Couleurs . . . 84
8.15.1 Bordure et filets . . . 84
8.15.2 Colonne, ligne ou cellule . . . 84
8.15.3 Couleurs de ligne alternées . . . 85
8.16 Séparateur de colonne `@{...}` . . . 85
8.16.1 Principe et exemples . . . 85
8.16.2 Alignement de nombres sur le point décimal . . . 85
8.17 Avec un contenu mathématique . . . 86
8.17.1 L'extension `array` . . . 86
8.17.2 Systèmes (et assimilés !) . . . 86
8.17.3 Matrices et coordonnées vectorielles . . . 86
8.17.4 Coefficient binomial . . . 87
8.17.5 Tableaux de variations et de signes . . . 87

8.17.5.1 « À la main » . . . 87
8.17.5.2 Avec le package `tkz-tab` . . . 87
8.17.6 Structures conditionnelles . . . 87
8.17.7 Equations sur plusieurs lignes . . . 88
8.18 Liste dans un tableau . . . 88
8.19 Tableaux et algorithmes . . . 88
8.20 Tableau sur plusieurs pages . . . 89
8.21 QCM : trois (autres) idées . . . 89
8.21.1 Première idée . . . 89
8.21.2 Seconde idée . . . 90
8.21.3 Troisième idée . . . 90
8.22 Nombres croisés et grilles de mots (ou de nombres) . . . 90
8.22.1 Nombres croisés et sudoku . . . 90
8.22.2 Grilles de mots . . . 91
8.23 Tabulations . . . 91
8.23.1 Principe . . . 91
8.23.2 Syntaxe . . . 91
8.23.3 Exemples . . . 91
8.23.4 Positionnement du texte dans une colonne . . . 92
8.23.5 Cas des lettres accentuées . . . 92
8.23.6 Déplacement des marges . . . 92

9 Flottants **95**
9.1 Principe . . . 95
9.2 Structure . . . 95
9.3 Liste des flottants . . . 95
9.4 Deux figures en une . . . 95

10 Macros personnelles : `\newcommand` **97**
10.1 Explicitation de la commande . . . 97
10.2 Des exemples sans argument . . . 97
10.2.1 Des notations récurrentes . . . 97
10.2.2 Danger ! . . . 97
10.2.3 Plusieurs mêmes graphiques . . . 97
10.2.4 En début de paragraphe . . . 98
10.2.5 Des épaisseurs de filets différentes . . . 98
10.3 Des exemples avec argument . . . 98
10.3.1 Racine carrée . . . 98
10.3.2 Fractions . . . 98
10.3.3 Vecteurs . . . 98
10.3.4 Un arc . . . 98
10.3.5 Un arc orienté . . . 98
10.3.6 Touches et écran de calculatrice . . . 99
10.3.7 Axe gradué et graduations . . . 100
10.3.8 Grille de mots . . . 100
10.3.9 Encadré de cours . . . 100
10.3.10 PGCD de deux nombres . . . 100
10.3.11 Texte souligné . . . 100
10.3.12 Texte surligné . . . 101
10.3.13 Texte barré . . . 101
10.3.14 Double filet d'encadrement . . . 101
10.4 Avec option . . . 101
10.4.1 Principe. Coucou, Céline ! . . . 101
10.4.2 Calculatrice autorisée . . . 101
10.4.3 Polynômes . . . 101
10.5 Variantes étoilées . . . 102

10.6 Une présentation de DS . . . 102
10.7 Où les élèves répondent-ils ? . . . 102
10.7.1 Quadrillages à petits carreaux . . . 102
10.7.1.1 Quadrillages à largeur fixe . . . 102
10.7.1.2 Quadrillages à largeur variable . . . 103
10.7.2 Quadrillages à gros carreaux . . . 103
10.7.3 Cadres blancs . . . 103
10.7.4 Lignes de pointillés . . . 103
10.7.5 Texte à trous . . . 104
10.8 Une présentation de QCM . . . 104
10.9 Une autre commande : \def . . . 105
10.9.1 Une définition simple . . . 105
10.9.2 Un exemple . . . 105
10.9.3 Attention, néanmoins ! . . . 105

11 Image **106**
11.1 Insertion d'une image . . . 106
11.1.1 PdfLaTeX ou LaTeX ? . . . 106
11.1.2 Avec TexMaker . . . 106
11.1.3 Mise en place . . . 106
11.1.4 Options . . . 106
11.1.5 Découpage . . . 107
11.1.5.1 Options trim et clip . . . 107
11.1.5.2 Bounding box . . . 107
11.2 Légende . . . 108
11.3 Logiciels de géométrie . . . 108
11.4 Deux banques d'images . . . 108
11.4.1 Icônes de Geogebra . . . 108
11.4.2 Cartes à jouer . . . 108
11.5 Pour convertir une image . . . 108

12 Dessins avec Pstricks **109**
12.1 Environnement pspicture . . . 109
12.1.1 Syntaxe . . . 109
12.1.2 Formes raccourcies . . . 109
12.1.3 Forme étoilée . . . 109
12.2 Paramètres d'une figure . . . 109
12.2.1 Quelques paramètres par défaut . . . 109
12.2.2 Changer des paramètres . . . 109
12.2.3 Placement du graphique . . . 110
12.2.4 Créer des styles de paramètres . . . 110
12.3 Grilles . . . 110
12.4 Lignes . . . 111
12.4.1 Lignes « droites » . . . 111
12.4.2 Lignes « courbes » . . . 111
12.4.3 Lignes « à main levée » . . . 112
12.5 Flèches et autres extrémités . . . 113
12.6 Options . . . 113
12.6.1 Épaisseur . . . 113
12.6.2 Codage . . . 113
12.6.3 Style : pointillés, . . . 113
12.6.4 Couleur . . . 114
12.6.5 Points . . . 114
12.6.6 Longueur des flèches . . . 114
12.6.7 Double trait . . . 114
12.6.8 Hachures . . . 114

12.7 Figures usuelles . . . 115
12.7.1 Rectangles, polygones, etc. . . . 115
12.7.1.1 Rectangles et polygones . . . 115
12.7.1.2 Un triangle... eulérien . . . 115
12.7.1.3 Pour un Sudoku . . . 115
12.7.2 Parabole . . . 116
12.7.3 Cercles, disques et ellipses . . . 116
12.7.4 Secteurs et arcs . . . 116
12.7.5 La commande \SpecialCoor . . . 117
12.8 Commande \degrees[num] . . . 118
12.9 Commande \pscustom : coloriage d'une surface . . . 118
12.10 Commande \psclip : découpage d'une surface . . . 119
12.11 Transformations usuelles . . . 120
12.11.1 Commandes \rput et \uput . . . 120
12.11.1.1 Commande \rput . . . 120
12.11.1.2 Commande \uput . . . 120
12.11.2 Translation . . . 120
12.11.3 Rotation et symétrie centrale . . . 121
12.11.4 Homothétie . . . 121
12.12 Décorations . . . 121
12.12.1 Encadrements . . . 121
12.12.2 On épouse . . . 122
12.13 Répétition . . . 122
12.13.1 Commande \multiput . . . 122
12.13.1.1 Syntaxe . . . 122
12.13.1.2 Quadrillage . . . 122
12.13.2 Commande \multirput . . . 122
12.13.3 Commande \multips . . . 123
12.13.3.1 Et avec Pstricks . . . 123
12.13.3.2 Syntaxe . . . 123
12.13.3.3 Zigzag . . . 123
12.13.3.4 Jouons aux cubes ! . . . 123
12.13.3.5 Un réseau triangulaire pointé . . . 123
12.13.4 Utilisation de \multido . . . 123
12.13.4.1 La commande \multido . . . 123
12.13.4.2 Des parts de camemberts . . . 123
12.13.4.3 Un rapporteur . . . 124
12.13.4.4 Un papier quadrillé . . . 124
12.13.4.5 Un échiquier . . . 124
12.14 Divers axes gradués . . . 124
12.14.1 Avec la commande \multido . . . 124
12.14.1.1 Un seul axe gradué . . . 124
12.14.1.2 Un repère . . . 125
12.14.2 La commande \psaxes . . . 125
12.14.2.1 Deux structures . . . 125
12.14.2.2 L'axe « horizontal » seul . . . 126
12.14.2.3 L'option arrowscale . . . 126
12.14.2.4 Les options Dx, Ox, etc. . . . 126
12.14.2.5 Taille des étiquettes . . . 127
12.14.2.6 Graduations et sous-graduations . . . 127
12.15 Repères non orthogonaux et commande \pstilt . . . 128
12.16 Marquage . . . 129
12.16.1 Marquage des étiquettes . . . 129
12.16.2 Marquage des dimensions . . . 129
12.17 Face de dé . . . 130

12.18 D'autres extensions et des logiciels utiles . . . 130
12.18.1 L'extension `pst-fun` . . . 130
12.18.2 L'extension `pst-eucl` . . . 131
12.18.3 L'extension `pst-ob3d` . . . 131
12.18.4 Des logiciels externes . . . 131
12.18.4.1 Geogebra . . . 132
12.18.4.2 Pstplus . . . 132
12.18.4.3 TeXgraph . . . 132
12.18.4.4 Eukleides . . . 132
12.18.4.5 LaTexDraw . . . 132
12.18.4.6 TikZ . . . 132

13 Courbes représentatives de fonctions avec Pstricks 134
13.1 Des logiciels externes et de la documentation . . . 134
13.2 Tracé de $\mathcal{C}$ . . . 134
13.2.1 Commande de base . . . 134
13.2.2 Virgule comme séparateur décimal . . . 134
13.2.3 Algébrique ou polonaise ? . . . 134
13.2.3.1 Forme classique . . . 134
13.2.3.2 Forme polonaise . . . 134
13.3 Intersection . . . 135
13.3.1 Images et antécédents . . . 135
13.3.2 Affichage des ordonnées . . . 135
13.3.3 Courbe-courbe et courbe-droite . . . 136
13.4 Plusieurs courbes . . . 136
13.4.1 Fonctions associées . . . 136
13.4.2 Famille de courbes . . . 137
13.5 Aires . . . 137
13.5.1 Aire sous la courbe . . . 137
13.5.2 Aire entre deux courbes . . . 138
13.6 Représentation des lois binomiale et normale . . . 138
13.7 Tangentes en un point et fonctions dérivées . . . 138
13.8 Suites récurrentes . . . 139
13.9 Repères trigonométriques . . . 139

14 Graphes et arbres pondérés 140
14.1 Graphes . . . 140
14.1.1 Graphe non pondéré . . . 140
14.1.1.1 Graphe non orienté . . . 140
14.1.1.2 Graphe orienté . . . 141
14.1.2 Graphe pondéré . . . 142
14.1.2.1 Graphe non orienté . . . 142
14.1.2.2 Graphe orienté . . . 143
14.1.3 Applications . . . 143
14.1.3.1 Illustration d'une démarche de résolution . . . 143
14.1.3.2 Graphe probabiliste . . . 144
14.1.3.3 Texte partiellement encadré . . . 144
14.2 Arbres . . . 144
14.2.1 Arbres non pondérés . . . 144
14.2.2 Avec une `\newcommand` . . . 145
14.2.3 Arbres pondérés . . . 145

15 Algorithmes **148**
15.1 Deux premières idées de présentation . . . 148
15.2 Le package `algorithmic` . . . 148
15.2.1 Présentation . . . 148
15.2.2 Quelques instructions . . . 148
15.2.3 Francisation . . . 149
15.2.4 Exemple . . . 149
15.2.5 Début et fin . . . 149
15.2.6 Numérotation des lignes . . . 149
15.2.7 Commentaire . . . 150
15.2.8 Indentation . . . 150
15.3 L'environnement `algorithm` . . . 150
15.4 Avec Algobox . . . 150

16 Programmation structurée **152**
16.1 `\multido` . . . 152
16.1.1 La commande `\multido` . . . 152
16.1.2 Exemples . . . 152
16.1.2.1 Somme des dix premiers entiers . . . 152
16.1.2.2 Somme de termes alternée . . . 152
16.1.2.3 Factorielles . . . 152
16.1.2.4 Diagramme en toile d'araignée . . . 152
16.1.2.5 Multiples de π . . . 153
16.1.2.6 Méthode Coué . . . 153
16.1.2.7 Dégradés . . . 153
16.1.2.8 Palette de couleurs . . . 153
16.2 `\ifthenelse` . . . 153
16.2.1 La commande `\ifthenelse` . . . 153
16.2.2 Exemples . . . 153
16.2.2.1 Impair . . . 153
16.2.2.2 Plus grand . . . 154
16.2.2.3 Matin ou après-midi ? . . . 154
16.2.2.4 Barème . . . 154
16.3 `\whiledo` . . . 154
16.3.1 La commande `\whiledo` . . . 154
16.3.2 Exemples . . . 154
16.3.2.1 Méthode Coué (bis) . . . 154
16.3.2.2 Calcul du PGCD . . . 154
16.3.2.3 Suite de Syracuse . . . 155

17 Personnaliser son cours **156**
17.1 Orientation « paysage » . . . 156
17.1.1 Document entier . . . 156
17.1.2 Une ou quelques pages seulement . . . 156
17.2 Page . . . 156
17.2.1 Numéro de page . . . 156
17.2.2 Changement de page . . . 156
17.2.3 Marges . . . 156
17.2.4 Au début d'un chapitre . . . 157
17.3 Page de garde . . . 157
17.4 Changement de la numérotation des listes . . . 157
17.4.1 Le compteur lui-même . . . 157
17.4.1.1 Énumération du type A, B, C, . . . 157
17.4.1.2 Énumération du type I, II, III, . . . 157
17.4.2 L'étiquette : gras, couleur, encadré, . . . 157
17.4.2.1 Énumération du type 1), 2), 3) . . . 157

17.4.2.2 Énumération du type ■ A □, . . . 157
17.4.2.3 Énumération colorée . . . 158
17.4.2.4 Énumération encadrée . . . 158
17.4.3 Alignement vertical . . . 158
17.4.4 Comme aux examens . . . 158
17.5 Présentation des titres de section . . . 158
17.5.1 Police . . . 158
17.5.2 Numérotation des titres . . . 159
17.5.3 Couleur . . . 159
17.5.4 Présentation . . . 159
17.5.5 Numérotation dans la marge . . . 160
17.5.6 Centrage des titres de section . . . 160
17.6 Encadrés : définitions, résultats, textes, . . . 160
17.6.1 Le package `bclogo` . . . 160
17.6.2 Le package `framed` . . . 160
17.6.3 Et une macro ! . . . 160
17.7 Présentation du théorème . . . 161
17.7.1 Numérotation d'une proposition . . . 161
17.7.1.1 La commande \`newtheorem` . . . 161
17.7.1.2 Le nom en option . . . 161
17.7.1.3 La numérotation du théorème . . . 161
17.7.2 Personnalisation de la présentation . . . 162
17.7.3 Un exemple détaillé . . . 162
17.7.4 Encadrement automatique . . . 163
17.8 Hauts et bas de pages . . . 164
17.8.1 L'extension `fancyhdr` . . . 164
17.8.2 Cas d'un document `oneside` . . . 164
17.8.3 Cas d'un document `twoside` . . . 164
17.8.4 Nom, prénom . . . 164
17.8.5 Trait horizontal . . . 164
17.9 Autour des numéros de page . . . 164
17.9.1 Nouveau numéro initial de page . . . 164
17.9.2 « Page 1 sur 20 » . . . 165
17.9.3 Tournez, SVP ! . . . 165
17.9.4 Dans la classe `book` . . . 165
17.10 Table des matières et listes de figures et tables . . . 165
17.10.1 Table des matières . . . 165
17.10.2 Liste des figures et tables . . . 165
17.10.3 Mini-table des matières . . . 165
17.11 Résumé – `abstract` . . . 166
17.12 Apprendice . . . 166
17.13 Index . . . 166
17.13.1 Principe . . . 166
17.13.2 Sous-entrée . . . 166
17.13.3 Références croisées . . . 167
17.13.4 Lettres accentuées . . . 167
17.13.5 Style de page . . . 167
17.13.6 Exemples . . . 167
17.14 Changer les noms prédéfinis . . . 167
17.14.1 Noms prédéfinis . . . 167
17.14.2 Changement des noms . . . 167

18 Des feuilles d'exercices corrigés, avec barème ! 168
18.1 Corrigés à la fin . . . 168
18.2 Corrigés en-dessous . . . 169
18.2.1 Première méthode . . . 169
18.2.2 Seconde méthode . . . 169
18.3 Des indications . . . 169
18.4 Numérotation des exercices . . . 169
18.5 Un nom en option . . . 169
18.6 Avec un barème . . . 170
18.7 La classe `exam` . . . 170

19 Diaporamas avec `Beamer` 171
19.1 Petite présentation . . . 171
19.2 Préambule . . . 171
19.2.1 Classe . . . 171
19.2.2 Thème . . . 171
19.2.3 Page de titre . . . 171
19.2.4 Option de placement vertical . . . 172
19.3 Transparent . . . 172
19.3.1 Transparent « de base » . . . 172
19.3.2 Etiquette . . . 172
19.3.3 Titre . . . 172
19.3.4 Sans décor . . . 172
19.3.5 Logo . . . 172
19.3.6 Sur deux colonnes . . . 172
19.4 Mise en valeur . . . 172
19.4.1 `Block` . . . 172
19.4.1.1 Le `block` « de base » . . . 172
19.4.1.2 Deux autres versions . . . 173
19.4.2 Une option mathématique . . . 173
19.5 Apparition progressive du contenu . . . 173
19.5.1 La commande \pause . . . 173
19.5.2 Action sur les couches . . . 173
19.5.2.1 Codages . . . 173
19.5.2.2 Variations sur la police . . . 174
19.5.2.3 Macro \onslide<> . . . 174
19.5.2.4 Macros \uncover<> et \only<> . . . 174
19.5.2.5 Macro \alt<>{*comm1*}{*comm2*} . . . 175
19.5.2.6 Macro \alert<> . . . 175
19.5.2.7 Cas des listes : \item<n>, \item<n-> et \item<n-p> . . . 175
19.5.2.8 Macro \alert et liste . . . 175
19.5.3 Texte caché mis en gris . . . 176
19.6 Animation . . . 176

20 Quelques exercices et des solutions ! 177
20.1 Énoncés . . . 177
20.1.1 Commun . . . 177
20.1.2 Collège . . . 178
20.1.3 Lycée . . . 179
20.2 Solutions . . . 181
20.2.1 Commun . . . 181
20.2.2 Collège . . . 183
20.2.3 Lycée . . . 183

Bibliographie et sitographie 186

Chapitre 1

En guise de préambule...

Avant toute chose...

Avant tout, je suppose que le lecteur dispose d'un ordinateur où est installé LaTeX, prêt à l'emploi.

Je passe de surcroît sous silence tout ce qui touche de près ou de loin aux différents formats de documents rencontrés lors de la compilation.

Merci !

Je remercie chaleureusement tous les collègues qui, directement ou indirectement, ont relu, posé leurs questions, soulevé des remarques (constructives), corrigé les erreurs et donné une solution plus pertinente que la mienne [1] . Ils ont permis l'enrichissement et l'amélioration de cette brochure.

Je remercie l'IREM de Lyon pour la publication en ligne de cette brochure.

Je remercie tous ceux qui font connaître la brochure (dans les formations, par le bouche-à-oreille, ...)

Je remercie enfin mes collègues belges qui m'ont amené, pour des raisons de publications, à découvrir et utiliser LaTeX. Le jour où je l'ai découvert est marqué d'une pierre blanche !

Ce que vous ne trouverez pas

Je n'ai pas mis des thèmes particuliers comme « comment présenter un texte poétique », « comment faire une bibliographie », « comment écrire un texte en grec ancien » [2] , « comment faire recueil de musique avec les accords de guitare », « comment écrire un texte sous forme d'un cœur », « comment représenter un échiquier », « comment représenter une courbe donnée par ses coordonnées polaires », etc. [3] Soit parce que la réponse était trop longue à rédiger (!) soit parce que les différentes ressources citées donnent la solution (et je ne voulais pas paraphraser), soit parce que le thème n'est pas dans les programmes actuels de l'enseignement secondaire. Les lecteurs curieux sauront utiliser les bibliographie et sitographie données en fin de brochure !

Il est illusoire de vouloir tout écrire sur LaTeX dans une brochure. Ceci dit, n'hésitez pas à m'envoyer un courriel [4] si vous pensez qu'il manque tel ou tel point. Après vous avoir répondu, j'enrichirai ce fascicule en le complétant.

Il n'y a pas d'index dans cette brochure ; le sommaire est assez détaillé pour trouver la réponse à la question qui vous intéresse.

Enfin, j'ai choisi de présenter et d'utiliser `pstricks` pour la création des dessins de la brochure, pour diverses raisons. Il n'y aura pas de mode d'emploi de `tikz`, `metapost`, ... , pour la création. C'est d'ailleurs avec cet outil que sont faits la quasi-totalité des dessins des annales de Bac (et leurs corrigés, parfois !) déposés sur le site de l'APMEP (voir [124]).

Ce que vous trouverez

Une brochure de plus sur LaTeX ?

Celle-ci fait suite aux stages de découverte de LaTeX que j'ai animés ici et là dans les académies de Reims et de Lyon. En ce sens, elle est un *aide-mémoire*. Elle répond aux demandes de mes collègues qui, en stage ou par courriel, m'ont posé diverses questions pratiques. En se sens, elle fournit des *approfondissements*.

Cette brochure est donc fortement orientée et personnalisée car elle s'adresse plus particulièrement à des *enseignants de mathématiques en collège et en lycée* et se veut leur être une *aide pratique*. Elle ne remplace pas les nombreuses ressources données à la fin mais essaie de répondre aux questions les plus fréquentes que nous nous posons.

J'ai donc présenté dans cette brochure tout ce dont un enseignant du secondaire pouvait avoir besoin et seulement ceci. Il y a des commandes que le lecteur pourra ne pas utiliser personnellement ; comme elles peuvent figurer dans les sources trouvées sur l'e-toile,

(1). En particulier Régis Deleuze (IREM de Reims), Guy Noël (UMons - CREM, Belgique) et Luc Tiennot (IREM de la Réunion). Merci à eux !

(2). La première phrase écrite en page 2 donne, outre une pensée profonde, l'origine de TeX, nom choisi par son créateur, D. Knuth, en 1977. Τέχνης se traduit par *art* et *savoir-faire*.

(3). LaTeX sait faire tout cela sans problème ! Si, si !

(4). Mon adresse est : `arnaud.gazagnes@ac-lyon.fr`

j'ai pris l'option de les expliquer pour que ce même lecteur se les approprie pour mieux les réinvestir.

J'ai fait le choix d'*utiliser seulement les extensions existantes dans une distribution de LaTeX standard* (obtenue par téléchargement ou sur un CD-Rom), ceci afin d'éviter au collègue une (parfois peu aisée) installation d'extension personnelle d'un internaute.

Le lecteur trouvera donc non seulement les outils de base (les écritures mathématiques, les tableaux, les dessins, ...) mais aussi tout ce qui pourrait enrichir ses propres documents (macros, personnalisation d'un cours, ...).

Il y a probablement des paragraphes dont vous ne verrez pas l'utilité (par exemple, comment écrire un texte en gras ou aligner un paragraphe à droite) puisqu'il y a, dans certains éditeurs, des icônes sur lesquelles il suffit de cliquer pour avoir la réponse. Mais vous verrez vite qu'il sera à terme plus rapide de taper l'instruction que de chercher l'icône plus ou moins cachée... Et vous ne serez pas gênés en passant sur un autre éditeur !

J'ai volontairement *multiplié les exemples* ; en fait, il y en a un pour chaque technique, définition, etc. pour vous permettre de mieux vous familiariser avec celle-ci. J'ai fait le choix de présenter, le cas échéant, aussi bien l'*utilisation d'une extension* existant (permettant au collègue de l'utiliser directement) que l'*utilisation d'une macro* (permettant au collègue d'en inventer une autre). N'hésitez pas à modifier les paramètres proposés pour voir comment ils agissent sur le résultat !

J'ai aussi écrit un chapitre sur la création d'un diaporama pour vous permettre de *préparer des animations dynamiques en cours* à l'aide de la classe `Beamer` (page 171).

Pour vous aider à vous tester et à progresser, cette brochure propose, au chapitre 20, *une batterie d'exercices* (page 177) *corrigés* (page 181).

Mise en ligne

Cette brochure est mise en ligne sur le site de l'IREM de Lyon pour trois raisons (au moins).

La première est de rendre possible au plus grand nombre de collègues l'accès à cette brochure. Il me paraît important de permettre et de faciliter la maîtrise de LaTeX et l'échange et la mutualisation de documents sources entre collègues. Je laisse les collègues libres d'utiliser ou pas LaTeX [5] ; je propose cette brochure pour ceux qui veulent l'adopter.

La deuxième est de pouvoir mettre à jour facilement la publication en ligne (ce qui est plus difficile pour une publication « papier »). La date de la dernière compilation/mise à jour se trouvant sur la première page, il vous est immédiat de savoir si vous avez la dernière édition !

La troisième est que je suis convaincu du bien-fondé et de la pertinence des IREM [6] . Tout simplement !

Par ailleurs, j'ai créé un blog sur lequel j'ai placé (et je placerai) quelques codes-sources de cette brochure, pour qu'ils soient plus facilement récupérables. Son adresse url est :

`http://lewebpedagogique.com/sourceslatex`

À vous de jouer !

L'investissement au départ vous semblera peut-être énorme. C'est probablement parce que vous n'êtes pas encore habitué à LaTeX. Mais je peux vous assurer que ça vient tranquillement mais sûrement ! Peut-être aussi ferez-vous des erreurs (classiques) au début qui entraîneront des arrêts de compilation et vous devrez retrouver cette erreur... : ne vous découragez pas, le temps où vous ne la ferez plus viendra très vite !

Il est illusoire aussi de vouloir maîtriser LaTeX et d'en faire le tour complet en quelques heures. Ne serait-ce que parce que l'on veut toujours améliorer ses documents (et l'on cherche des tuyaux) ou réduire le temps passé pour la création d'un document (et l'on cherche là encore des tuyaux) ! Personnellement, j'ouvre (encore) de temps en temps mes bouquins ou surfe sur la toile pour chercher telle ou telle réponse. C'est en utilisant encore et encore LaTeX que l'on progresse.

Ne vous promettez pas de produire vos premiers documents « quand vous aurez le temps » ... : vous risquez de ne jamais utiliser LaTeX ! *Commencez simplement :* cela peut-être un devoir dont vous aurez pris le fichier source sur Internet sur une des banques d'exercices ou d'annales (de brevet et de baccalauréat, par exemple) citées [7] .

Je vous souhaite d'avoir autant de plaisir à lire et utiliser cette brochure que j'en ai eu à la réaliser.

C'est maintenant à vous de jouer !

Arnaud Gazagnes

« Partager plus pour enseigner mieux. »

(5). Même si je fais le vœu pieux que tout le monde l'utilise ! Mais je ne fais aucunement d'intégrisme « pro LaTeX et anti tout le reste ».

(6). Il y a un Institut de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques dans chaque académie.

(7). La mutualisation ayant le vent en poupe, toutes ces banques s'enrichissent jour après jour. Et combien il est agréable de faire un copier-coller plutôt que de tout retaper !

Chapitre 2

Squelette

Détaillons un exemple :

```
\documentclass[11pt,twocolumn]{article}
\usepackage[T1]{fontenc}
\usepackage[utf8]{inputenc}
\usepackage[francais]{babel}
\usepackage{amsfonts,amsmath,amssymb}
\begin{document} %Cours
\section{Bla}
Bla bla bla
\section{Blo}
\include{ch1}
\end{document}
```

2.1 Commande \, argument {} et option []

La contre-oblique \ sert à indiquer les instructions (*commandes*) et les accolades, un bloc.

Les accolades ont pour fonction de grouper le texte sélectionné, appelé alors *argument* de la commande. Certaines commandes ont deux arguments [1] .

De plus, certaines commandes admettent des *options* écrites entre crochets et placées après le nom de la commande [2] .

Une liste de commandes se trouve sur [32].

2.2 Préambule

Tout document LaTeX possède un *préambule* dans lequel figurent des informations valides pour l'ensemble du texte.

Le préambule débute à la première ligne du fichier et se termine à la *balise* `\begin{document}` (exclus).

Tout ce qui est écrit entre `\begin{document}` et `\end{document}` constitue le *corps* du document. *Rien* de ce qui est marqué ensuite n'est pris en compte.

(1). Comme la commande relative à la fraction, qui demande le numérateur et le dénominateur.

(2). Comme l'option `francais` de `babel` ou comme la commande liée à la racine n-ième (n et x).

2.3 \documentclass

La classe du document définit sa structure physique. Chaque classe a ses propres règles de mise en page et certaines commandes particulières.

Il existe différentes classes de document : [3]

- *article*, qui permet de créer des documents courts ;
- *letter*, qui sert à écrire des courriers [4] ;
- *report*, qui permet de créer des documents plus longs que ceux créés avec la classe *article* [5] ;
- *book*, qui permet d'écrire des livres ;
- *beamer*, qui permet de créer des transparents.

Ci-dessous se trouvent les options autorisées dans les classes standard et utilisées dans nos documents d'enseignant. Lorsque plusieurs sont mentionnées dans une extension, elles sont séparées par des virgules.

- `11 pt` définit un corps de caractères dont la taille standard des caractères est 11 pt [6]. LaTeX propose deux autres tailles de police, 10 pt et 12 pt [7] .
- `a4paper` définit la taille du papier utilisé ($21\times29{,}7$). Les dimensions du document sont adoptées en conséquence. De même pour `a5paper`.
- `landscape` indique que le document est orienté au format « paysage » [8] .
- `twocolumn` indique que le texte compilé est écrit globalement sur deux colonnes. Par défaut, le document est écrit sur une colonne (`onecolumn`).

(3). Celle du présent document est `report`. Les chapitres d'un « vrai » livre commencent à une page impaire ; j'ai choisi de ne pas mettre de pages blanches.

(4). Des champs sont proposés pour l'adresse, la signature, les formules de politesse, la marque du « pli en 3 », etc.

(5). Mémoire ou rapport se dit *report* en anglais.

(6). La présente brochure utilise la taille 11 pt. À noter qu'un document écrit en taille 12 et réduit à 71 % (réduction de A3 en A4 souvent utilisée pour nos documents à destination des élèves !) se lit correctement.

(7). Pour utiliser des tailles plus grandes ou plus petites, il y a le package `extsizes` dont la saisie dans le préambule est `\usepackage[14pt]{extsizes}` ; le 14pt peut être remplacé par 8pt, 9pt, 10pt, 11pt, 12pt, 14pt, 17pt ou 20pt.

(8). Ce format est aussi appelé « à l'italienne ».

- `oneside` indique que le document doit être traité en vue d'une impression en recto seulement [9] . L'option `twoside` indique que le document doit être traité en vue d'une impression en recto-verso. En particulier, cela joue sur l'alternance des marges.

2.4 Extensions et \usepackage

2.4.1 Principe

La traduction de *package* est *extension*. Une extension permet d'étendre des possibilités de LaTeX et dédié à une tâche précise.

L'ensemble des ces extensions est disponible dans tout pack d'installation. Les extensions nécessaires pour les mises en place des exemple de cette brochure seront systématiquement et explicitement données.

2.4.2 Encodages

- `\usepackage[utf8]{inputenc}` [10] et permet de taper directement à l'écran, dans le fichier `*.tex`, les caractères accentués.
- `\usepackage[T1]{fontenc}` permet juste d'utiliser une nouvelle norme LaTeX concernant le codage des caractères.
- `\usepackage[francais]{babel}` permet de spécifier au compilateur que l'on désire taper son document en français, ce qui donne en particulier des césures correctes.
- `\usepackage{amsfonts,amsmath,amssymb}` [11] permettent d'obtenir des caractères mathématiques (de toute beauté !).

2.4.3 D'autres extensions

Hormis les extensions présentées auparavant, les plus fréquemment utilisées sont :

`array` pour les tableaux à contenu mathématique

`cancel` pour barrer un texte

`color` pour utiliser les couleurs

`colortbl` pour colorier les cellules d'un tableau

`enumerate` pour modifier le motif d'une énumération

`eurosym` pour le symbole €

`fancybox` pour les encadrements

`fancyhdr` pour le titre courant (les en-tête etc.)

`geometry` pour la mise en page

`graphicx` pour l'insertion d'image

`hyperref` pour les liens hypertexte

`lscape` pour un format « paysage »

`makeidx` pour la création d'un index

`multicol` pour fusionner des colonnes d'un tableau ou écrire un texte sur plusieurs colonnes

`multido` pour effectuer des boucles

`multirow` pour fusionner des lignes d'un tableau

`ntheorem` avec les options `thmmarks` et `amsmath` pour la personnalisation des théorèmes

`pifont` pour les symboles « ding » [12]

`pstricks` pour les dessins géométriques

`rotating` pour tourner du texte

`tabularx` pour les tableaux dont on fixe la longueur totale

`titlesec` pour changer la police des titres de niveaux de hiérarchie

`url` pour les adresses éponymes

D'autres extensions sont proposées ponctuellement dans la brochure.

2.5 Environnements

Tout *environnement* délimite une région dans laquelle une action particulière – donnée par le nom de l'environnement – est appliquée.

Cet environnement entoure cette région (avant) par un `begin` et après par un `end` explicites.

Par exemple l'environnement `center` permet de centrer un texte. Le code source

```
\begin{center}
Voici un exemple.
\end{center}
```

donnera le résultat suivant :

Voici un exemple.

De même, l'environnement `enumerate` permet d'obtenir des listes numérotées.

2.6 Caractères réservés et lettres accentuées

2.6.1 Caractères réservés

2.6.1.1 Le symbole de pourcentage %

Remarquez le `%Cours` après le `\begin{document}`. Le texte `Cours` est un commentaire ; il a pour vocation d'être lu seulement par un utilisateur et non pas par

(9). C'est l'option par défaut, sauf dans la classe `book`.

(10). Il y avait auparavant l'option `latin1` pour les PC `applemac` pour les Mac.

(11). Ces extensions `ams...` ont été conçues par l'*American Mathematical Society*.

(12). Voir page 35

LaTeX. Le symbole `%` précède tout commentaire et *rien* de ce qui le suit sur la ligne ne sera pris en compte. Donc le texte `Cours` sera ignoré.

Pour introduire des commentaires dans votre document source, utilisez le symbole « % ». Lors de la compilation du document, les caractères situés après ce symbole seront ignorés. Cela permet de ne pas supprimer un texte qu'il faudrait éventuellement retaper ensuite !

Un retour chariot dans le code source équivaut à la frappe de l'espace ␣ disponible grâce à la barre d'espacement. Pour qu'il n'y ait pas d'espace apparaissant sur le document compilé, on place un % en bout de ligne ; cela permet d'écrire sur plusieurs lignes du document compilé un code source qui, sinon, dépasserait la page. Il est donc *équivalent* d'écrire, par exemple, les deux codes sources suivants :

```
\texttt{texte en télétype}
```

```
\texttt{%
texte en télétype}
```

2.6.1.2 Écriture des caractères réservés

Les *caractères réservés* ont pour but de donner des instructions à LaTeX. Si l'on veut faire figurer ces caractères dans le document final, on ne peut donc pas les saisir tels quels. Leur liste est :

\	introduction d'une commande
{	ouverture d'un groupe
}	fermeture d'un groupe
%	introduction d'un commentaire
#	désignation d'un argument dans une macro
~	espace insécable
&	séparateur de contenus de colonnes dans un tableau
$	délimiteur de mode mathématique
^	exposant, en mode mathématique
_	indice, en mode mathématique

On les obtient de la façon suivante :

{	`\{`	}	`\}`
%	`\%`	#	`\#`
$	`\$`	_	`\_`
&	`\&`	^	`\textasciicircum` (13)
~	`\textasciitilde`	\	`\textbackslash` (14)

(13). ^ s'obtient en mode mathématique avec `^{\wedge}`.
(14). Ou `\backslash` en mode mathématique. On peut aussi obtenir \ avec `boi` (abréviation de barre oblique inverse), avec l'option `francais` du package `babel`.

2.6.2 Lettres accentuées et autres symboles divers

D'une part, les claviers ne permettent pas d'obtenir directement des lettres telles que œ. D'autre part, les codes des lettres accentuées diffèrent dans les PC et dans les Mac, ce qui donnent des symboles cabalistiques inattendus sur le `pdf` (ce qui est gênant lors d'échanges entre collègues !) ; si vous êtes le seul destinataire du fichier source, le problème des lettres accentuées n'en sera donc pas un pour vous.

LaTeX a un système qui permet d'accentuer n'importe quelle lettre : chaque lettre accentuée est obtenue en saisissant un \ suivi de l'accent voulu puis de la lettre à accentuer. Voici comment obtenir ligatures et lettres accentuées (15) :

à	`\‘a`	á	`\’a`	â	`\^a`
ä	`\"a`	ã	`\~a`	ȧ	`\.a`
æ	`{\ae}`	œ	`{\oe}`	ç	`\c{c}`

György Pólya (16) s'obtient avec `Gy\"orgy P\’olya`.

Le mot « cœur » peut aussi bien saisi par `c{\oe}ur` que par `c\oe ur` ou par `c\oe{}ur`. Dans le deuxième cas, l'espace suivant la macro sert de séparateur entre la commande et la suite du mot n'est donc pas interprétée par LaTeX comme une espace ; sans elle, LaTeX chercherait une commande `\oeur` inexistante (et enverrait un message d'erreur). De même, le æ dans « et cætera » (qui s'abrège correctement en « etc. ») se saisit `{\ae}` ou `\ae{}`.

Par ailleurs, les lettres majuscules devant être accentuées, on obtient À et É avec `\‘A` et `\’E` (17).

2.7 Hiérarchie de sectionnement

Les titres sont composés à l'aide de leur niveau logique, de la *partie* à la *sous-sous-section*, comme cela est indiqué ci-dessous.

Les numéros sont calculés automatiquement et les taille et graisse de la police sont gérés par LaTeX qui, d'ailleurs, permet de tout programmer et en particulier, une autre type de numération ! (18)

(15). Le pangramme « Dès Noël où un zéphyr haï me vêt de glaçons würmiens je dîne d'exquis rôtis de bœuf au kir à l'aÿ d'âge mûr & cætera ! » de G. Esposito-Farèse contient les quarante-deux caractères de la langue française.
(16). (1887–1985) On doit à ce mathématicien américain d'origine hongroise des publications à vocation pédagogique sur la résolution de problèmes comme *How to solve it : a new aspect of mathematical method* (1945).
(17). S'il n'est pas possible d'avoir cette lettre accentuée directement.
(18). Voir à ce sujet page 159.

La hiérarchie et la numérotation sont les suivantes :

`\part{`*une partie*`}`	
`\chapter{`*un chapitre*`}`[19]	
`\section{`*une section*`}`	1
`\subsection{`*une sous-section*`}`	1.1
`\subsubsection{`*une sous-sous-section*`}`	1.1.1
`\paragraph{`*un paragraphe*`}`	
`\subparagraph{`*un sous-paragraphe*`}`	

Les lignes suivantes portent sur les `\section` ; le contenu reste valable pour toutes les autres commandes de sectionnement.

Il y a la possibilité de mettre une étoile optionnelle (`\section*`) : cela permet d'obtenir une section non numérotée. Par défaut, toutes les commandes de sectionnement (mis à part les (sous-)paragraphes) produisent une numérotation.

On a ensuite un argument optionnel permettant de spécifier un titre alternatif *TitrTabMat* qui n'apparaîtra pas dans le corps du document mais seulement dans la table des matières. Ceci peut être utile pour les sections ayant un titre très long, qui apparaîtrait sur plusieurs lignes dans la table : on peut donner une version courte du titre qui perturbera moins la mise en pages de la table des matières.

On a donc la syntaxe :

`\section[`*TitrTabMat*`]{`*TitrSection*`}`

De plus, il n'est pas possible d'utiliser la commande `\footnote` de note de bas de page dans le titre d'une section. Pour contourner ce problème, on peut écrire par exemple :

```
\section[TitrTabMat]%
  {TitrSection}\footnote{NoteBasPage}
```

La note de bas de page apparaît ainsi uniquement dans le document mais pas dans la table des matières.

2.8 Inclusion de fichiers

On peut être amené, par exemple, dans une équipe pédagogique à vouloir faire une banque d'exercices sur des thèmes différents répartis par les collègues [20] (lorsqu'il n'y a pas de manuel de classe) ou vouloir se compiler l'ensemble de ses cours dans un seul document. Mais voilà... tout taper dans un document est certes possible mais guère pratique (surtout quand on cherche une information !). Prenons pour exemple un document qui contiendrait trois fichiers. La procédure est la suivante.

On crée les fichiers `ch1.tex`, `ch2.tex` et `ch3.tex` que l'on inclura dans un fichier `principal.tex` (par exemple) ; ils contiennent *seulement* le corps du texte proprement dit.

Le fichier `principal.tex` sera donc le suivant :

```
\documentclass[11pt,twocolumn]{report}
\usepackage[T1]{fontenc}
\usepackage[latin1]{inputenc}
\usepackage[french]{babel}
\begin{document}
\include{ch1} % Le thème est...
\include{ch2} % Le thème est...
\include{ch3} % Le thème est...
\end{document}
```

Les chapitres seront appelés *sans* l'extension `.tex` dans l'inclusion.

On peut mettre du coup un `%` de commentaire devant telle ou telle inclusion : cela peut être pratique pour n'afficher qu'un des chapitres par exemple et pour alléger le temps de compilation.

Attention, on ne peut pas mettre un `\include` dans un fichier déjà appelé par `\include`. De surcroît, il faut veiller à bien indiquer les chemins de ces fichiers depuis le document (ce problème sera levé si tout est dans le même dossier !).

On peut passer par `\input`. La différence notoire entre `\include{}` et `\input{}` est la façon dont est gérée l'inclusion. `\include{}` permet, grâce à la commande `\includeonly{ch1,ch3}` placée dans le préambule, de choisir, parmi tous les fichiers inclus (dans l'exemple, `ch1` et le `ch3` mais pas le `ch2`), ceux qui seront affichés dans le document final

Dans le même ordre d'idée, si votre préambule devient conséquent, vous pouvez aussi alléger votre document principal en créant un fichier `preambule.tex` que vous inclurez `\include{preambule}`. De plus, si vous créez une nouvelle commande personnelle, il vous suffit de modifier le fichier de préambule qui portera alors sur tous vos documents.

2.9 Les causes d'erreur

L'utilisateur est parfois confronté au problème des erreurs – notamment au début [21] – qui amène la

(19). N'existe pas avec la classe `article`.

(20). La mutualisation a du bon !

(21). C'est assez décourageant quand on débute... mais c'est en corrigeant ses erreurs que l'on progresse !

console à afficher un message d'erreur après arrêt de la compilation.

Les erreurs les plus fréquentes sont les suivantes.

- Le nom de la commande est mal orthographié (lettre manquante, inversion de lettres, etc.).
- Une boîte n'a pas été fermée : une accolade fermante } manque. C'est souvent le cas lors d'emboîtements comme `{...{...{...}...}...}`.
- Un environnement `\begin{...}` n'est pas correctement fermé par le `\end{...}` correspondant.
- En mode mathématique, il manque le $ terminant l'expression mathématique.
  Ou encore la commande d'entrée `\]` ne correspond à la commande d'entrée `\[`
- Le chargement d'une extension nécessaire à une commande n'a pas été fait.
- Le fichier à inclure n'a pas été trouvé, faute d'un chemin correct.

Ascii-Art

Chapitre 3

Mise en forme – Mise en valeur du texte

(Pour la mise en page du document, voir le chapitre 17, page 156.)

3.1 Multicolonnes

3.1.1 Principe

`\usepackage{multicol}` placé dans le préambule permet de redéfinir localement le nombre de colonnes désirées (10 maximum).

La syntaxe est [1] :

```
\begin{multicols}{NbCol}%
    [TexteAvant][EspaceSupp]
Texte
\end{multicols}
```

- *NbCol* (avec $1 \leqslant$ *NbCol* $\leqslant 10$) est le nombre de colonnes désiré ;
- *TexteAvant* est le texte précédant le passage en multicolonnage ;
- *EspaceSupp* est l'espacement ajouté entre *TexteAvant* et *Texte*.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Sed non risus. Suspendisse lectus tortor, dignissim sit amet, adipiscing nec, ultricies sed, dolor. Cras elementum ultrices diam. [2]

est obtenu avec :

```
\begin{multicols}{2}
Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer...
\end{multicols}
```

L'argument optionnel permet de faire figurer en mode normal, juste avant l'écriture en multicolonnes, un texte qui sera toujours sur la même page que le texte qui suit.

- Si l'on veut que le titre précédant les multicolonnes apparaisse sur une seule colonne, on écrit ce titre entre crochets après le nombre de colonnes. Par exemple, on écrit :
  `\begin{multicols}{2}[Lorem ipsum : Titre sur une seule colonne.]`
- Si c'est le titre numéroté d'une section (par exemple) qui doit être écrit sur une seule colonne, on écrit :
  `\begin{multicols}{2}[%`
  `\section{Titre numéroté}]`

Il est possible d'imbriquer plusieurs environnements `multicols`.

Tout comme on peut justifier une ligne, on peut « justifier » une colonne, en jouant sur les espaces entre les lignes. Deux commandes pour contrôler l'homogénéité de la hauteur des colonnes sont disponibles :
- `flushcolumns` (par défaut) indique que toutes les colonnes ont la même hauteur (LaTeX répartit le surplus de place entre les lignes) ;
- `raggedcolumns` indique que les colonnes peuvent avoir des hauteurs différentes (LaTeX met le surplus en bas de chaque colonne).

3.1.2 Saut de colonne

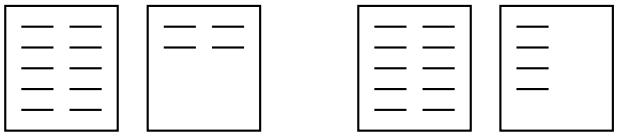
Pour interrompre la colonne et écrire la suite du texte dans la colonne suivante, on utilise `\columnbreak`. (Si l'on veut éviter un dilatement de la colonne, on utilise `\vfill\columnbreak`.)

En revanche, si tout le document est écrit sur deux colonnes, on utilise `\newpage`.

3.1.3 Version étoilée

L'environnement `multicol` équilibre les colonnes sur la (dernière) page. Si l'on veut remplir les colonnes une à une, il faut utiliser la version étoilée :

`\begin{multicols}{2}{...` est utilisé ci-dessous à gauche et `\begin{multicols*}{2}{...` est utilisé ci-dessous à droite.



(1). Attention au « s »
(2). Connaissez-vous l'extension `lipsum` ?

3.1.4 Améliorations

3.1.4.1 Ligne de séparation

Pour qu'une ligne de séparation apparaisse entre les colonnes, il faut écrire dans le préambule, comme c'est le cas dans cette brochure [3] :

```
\setlength{\columnseprule}{0.25pt}
```

3.1.4.2 Espace inter-colonnes

Pour redéfinir la largeur de l'espace inter-colonnes, il faut écrire dans le préambule :

```
\setlength{\columnsep}{30pt}
```

On peut « remonter » le texte en plaçant avant le `\begin{multicols}{2}` et après le `\end{multicols}` l'instruction `\vspace*{-0.3cm}`.

3.2 Taille de l'interligne

L'enseignant peut avoir besoin de changer la taille de l'interligne.

3.2.1 Dans tout le document

On peut aussi mettre directement l'option `doublespacing` dans la déclaration de la classe du document. Pour des interlignes un et demi, on utilise `onehalfspacing`. [4]

`\renewcommand{\baselinestretch}{1.2}` [5] placé dans le préambule permet de doubler l'intervalle par défaut.

3.2.2 Localement : l'extension `\setspace`

Pour obtenir (semi)globalement des interlignes de format un [6] , un et demi ou double, elle propose les commandes respectivement `simplespacing`, `onehalfspacing`, `doublespacing`.

Pour obtenir (semi-)globalement des interlignes d'un certain *coefficient*, elle propose l'environnement `spacing`, dont la syntaxe est :

```
\begin{spacing}{coefficient}
...
\end{spacing}
```

Pour revenir semi-globalement ou localement à un interligne normal, on saisit la commande `simplespacing`.

Voici quelques exemples. Le changement de forme droit/emphase est utilisé pour mettre en valeur alternativement les différents résultats.

Que j'aime à faire apprendre un nombre utile aux sages. Que j'aime à faire apprendre un nombre utile aux sages.

Que j'aime à faire apprendre un nombre utile aux sages. Que j'aime à faire apprendre un nombre utile aux sages.

Que j'aime à faire apprendre un nombre utile aux sages. Que j'aime à faire apprendre un nombre utile aux sages.

Que j'aime à faire apprendre un nombre utile aux sages. Que j'aime à faire apprendre un nombre utile aux sages.

Que j'aime à faire apprendre un nombre utile aux sages. Que j'aime à faire apprendre un nombre utile aux sages.

```
Que j'aime ... sages.\par
\doublespacing
%Par défaut, double interligne
Que j'aime ... sages.\par
\begin{spacing}{0.8}
%Début interligne 0,8
Que j'aime ... sages.\par
\end{spacing}
% Fin interligne 0,8
% À nouveau, double interligne
Que j'aime ... sages.\par
\singlespacing %
%Maintenant, interligne simple
Que j'aime ... sages.\par
```

Les `\par` donnés sont nécessaires : il faut changer de paragraphe avant d'utiliser une autre interligne, sans quoi la commande `\singlespacing` affecte tout le paragraphe qui la contient (alors que ce devrait être le suivant).

3.2.3 Et la taille de fonte !

Par ailleurs, pour réduire l'interligne d'un paragraphe (à celui de `small` par exemple) *sans* modifier la taille de la fonte on peut utiliser `\small{\normalsize` *texte à interligne réduit*`}\par`.

(3). Où l'épaisseur de la ligne vaut 0,25 pt.
(4). Par défaut, c'est `simplespacing`.
(5). Cette valeur peut être changée !
(6). Ce format est celui par défaut.

3.3 Paragraphe

3.3.1 Indentation

Par défaut, un paragraphe admet en son début un décalage par rapport à la marge de gauche (l'alinéa). La valeur de ce décalage est représentée par une quantité appelée `\parindent` [7].

Cette quantité peut être modifiée à l'aide de la commande `\setlength`. Pour que toute indentation ait la valeur *décal*, on écrit dans le préambule `\setlength{\parindent}{`*décal*`}`.

Pour supprimer cette indentation localement, il faut écrire au début du paragraphe `\noindent`.

3.3.2 Retour à la ligne

Pour finir un paragraphe et aller à la ligne dans le document, il suffit, à la fin de celui-là, de choisir l'une des possibilités suivantes :

- écrire `\par` *(de préférence)*
- sauter une ligne (sauf dans un mode mathématique ou une commande de mise en forme)
- écrire `\\`
- écrire `\newline`

La dernière de ces instructions supprime l'indentation (le paragraphe suivant est alors collé sur la marge de gauche). Par conséquent, si l'indentation est nulle, ces commandes sont équivalentes.

Attention à ne pas mettre de `\\` directement [8] après un `\end{...}`. Voir ci-dessus les espaces verticaux.

3.3.3 Alignement au centre et autres

Par défaut, un paragraphe est justifié (c'est-à-dire aligné sur la marge de gauche et sur la marge de droite). On peut choisir trois autres alignements : sur la gauche, au centre et à droite.

Pour aligner *texte* sur la *gauche*, on a l'un des deux choix suivants [9] :

`\begin{flushleft}` *texte* `\end{flushleft}` [10]
`{\raggedright` *texte* `\par}`

Pour centrer *texte*, on peut choisir l'une des deux commandes :

`\begin{center}` *texte* `\end{center}`
`{\centering` *texte* `\par}`

Pour aligner *texte* sur la *droite*, on peut choisir l'une des deux commandes :

`\begin{flushright}` *texte* `\end{flushright}`
`{\raggedleft` *texte* `\par}`

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Sed non risus. Suspendisse lectus tortor, dignissim sit amet, adipiscing nec, ultricies sed,

dolor. Cras elementum ultrices diam. Maecenas ligula massa, varius a, semper congue, euismod non, mi. Proin porttitor, orci nec

nonummy molestie, enim est eleifend mi, non fermentum diam nislsit amet erat. Duis semper.

```
\begin{flushleft} Lorem ... \end{flushleft}
\begin{center} dolor ...\end{center}
\begin{flushright} non ...\end{flushright}
```

Pour centrer un texte qui ne tient que sur une ligne, on peut utiliser `\centerline{`*texte*`}` :

bla bla bla bla bla
ble ble ble ble ble
bli bli bli bli bli

```
bla bla bla bla bla

\centerline{ble ble ble ble ble}

bli bli bli bli bli
```

Pour insérer un texte au milieu d'une ligne, on utilise la commande `\hfil`.

À gauche au centre

```
À gauche\hfil au centre
```

3.3.4 Trois points... de typographie

Sous réserve d'avoir inséré l'option `francais` de l'extension `babel` dans le préambule [11], LaTeX respecte la typographie française : il sait, par exemple, qu'il faut une espace insécable devant un point-virgule, deux points, un point d'interrogation ou un point d'exclamation [12]. Voici donc trois points de typographie [13]

(7). Elle vaut 15 pt par défaut.
(8). On peut insérer une espace `$\ $` ou `~`.
(9). Sur Texnic Center, c'est la première qui est activée.
(10). Les environnements `flushleft` et `flushright` font référence au côté de l'alignement, flush pouvant se traduire par « chasser vers ». Les commandes `\raggedright` et `\raggedleft` font référence au côté opposé ; *ragged* signifie « en lambeau ».
(11). Soit `\usepackage[francais]{babel}`.
(12). Sinon, il faut placer une espace insécable devant ces symboles.
(13). Qui, tels les Trois Mousquetaires, sont au nombre de 4 !

3.3.4.1 Guillemets

Dans notre chère typographie française, les guillemets s'écrivent « » et on les obtient avec `\og \fg{}` [14] .

> À force de flatter chacun, à nous donner des boutons, il récolta le surnom de « dermagogue ».

```
... surnom de \og dermagogue \fg{}.
```

3.3.4.2 Points de suspension

Les points de suspension s'écrivent de façon correcte … avec `\ldots{}` (ou `\dots{}`) et non pas ... (obtenu en appuyant trois fois sur la touche .).

Par ailleurs, « etc » est suivi d'un point seul et non pas de points de suspension.

3.3.4.3 Espace insécable

Il est désagréable de lire une coupure comme « 2 cm » (l'unité doit être sur la même ligne). Utilisons l'espace insécable `~`, espace que l'on intercale entre deux entités qui ne doivent pas être séparés par un éventuel retour à la ligne automatique. On écrira donc `2~cm`.

De même, on écrit `M.~Dupont` [15] .

3.3.4.4 Traits d'union

LaTeX connaît trois types de tirets, que les conventions typographiques françaises demandent d'utiliser :
- `-` , le tiret court, le trait d'union (dans les noms composés), obtenu avec `-` ;
- – , le tiret moyen [16], pour lister les énumérations [17] , ainsi que pour séparer les intervalles (délimité par deux espaces fines insécables), obtenu avec `--` ;
- — , le tiret long [18], pour les répliques de dialogues ou les propositions incises, obtenu avec `---`.

3.4 Longueurs et espacements

3.4.1 Longueurs

Le système de mesure utilisé par LaTeX est constitué de diverses unités de longueur. Parmi les plus utilisées [19], il y a les suivantes [20] :

`pt`	point 1 pt = 0,351 5 mm
`mm`	millimètre
`cm`	centimètre
`in`	pouce 1 in = 2,54 cm = 72,27 pt
`ex`	hauteur du x (police courante)
`em`	*cadratin* largeur d'un M (police courante)

Pour préciser une distance, on écrit l'écrit avec l'unité collée, comme `3cm`.

Il y a des longueurs variables, qui dépendent de la configuration du document :

`\parindent`	taille de l'indentation
`\baselineskip`	distance verticale entre deux lignes
`\parskip`	espace entre les paragraphes
`\textwidth`	largeur d'une ligne de texte sur la page
`\linewidth`	largeur d'une ligne de texte dans l'environnement local
`\textheight`	hauteur du texte dans la page

Par exemple, la saisie dans le préambule de la commande `\setlength{\parskip}{3cm}` permet de créer un espace entre chaque paragraphe de 3 cm.

3.4.2 Espacement horizontal

LaTeX se moque du nombre d'espaces [21] obtenues à l'aide de la frappe sur la barre d'espace : on obtiendra A A, que l'on tape `A␣A` ou `A␣␣␣␣␣A` ou que l'on fasse un « retour chariot » après le premier `A`.

Plusieurs espaces sont disponibles :

usuelle	`␣`	`A A`	A A
insécable	`~`	`A~A`	A A
négative	`\!`	`A\!A`	AA
fine	`\,`	`A\,A`	A A
moyenne	`\:`	`A\:A`	A A
large	`\;`	`A\;A`	A A
cadratin	`\quad`	`A \quad A`	A A
double cadr.	`\qquad`	`A \qquad A`	A A

(14). ouvrez/fermez les guillemets. L'absence de la paire d'accolades fait coller le texte suivant » au guillemet.
(15). L'abréviation correcte de « Monsieur » est « M. » et non pas « Mr » ni « M^{r} », comme chez nos amis anglo-saxons.
(16). Ou « tiret demi-cadratin ».
(17). Ce qui n'est pas le cas dans cette brochure ! Je prends la puce anglo-saxonne dans mes documents, pour qu'il n'y ait pas de confusion avec le signe des négatifs.
(18). Ou « tiret cadratin ».
(19). Celles que l'on retrouve dans la plupart des documents des collègues ou sur la toile !
(20). Le point est l'unité de base pour le système et l'on a : 2,54 cm = 1 in = 72,27 pt.
(21). En typographie, *espace* est un mot féminin.

`\;` , `\:` et `\!` ont pour valeur respective 3/18, 4/18 et −3/18 de cadratin.

Il existe aussi la commande `\hspace` qui permet un espacement horizontal (`\hspace*` force l'espacement) :

`A\hspace{0.8cm}B` donne : A B

3.4.3 Espacement vertical

Il existe de même la commande `\vspace` qui permet un espacement vertical (`\vspace*` force l'espace) :

On peut aussi écrire `\\[`*Espacement*`]` : `\\[2cm]` donnera un espacement vertical de 2 cm.

Les espacements verticaux suivants sont proportionnels à la hauteur d'une ligne de texte (leur utilisation est préférable). Sauf s'ils sont précédés d'un `\end{...}`, ils sont suivis d'un saut de ligne.

`\smallskip`	saut d'un quart de ligne
`\medskip`	saut d'une demi-ligne
`\bigskip`	saut d'une ligne

On obtient donc, avec le source donné après :

blabla blabla blabla

blabla blabla blabla

```
blabla blabla blabla\bigskip

blabla blabla blabla
```

Ces espacements seront particulièrement utiles dans un texte centré. Voyez par exemple la différence entre les paragraphes suivants :

bla bla
bla bla

```
\begin{center}
\emph{bla bla}

\emph{bla bla}
\end{center}
```

ble ble
ble ble

```
\begin{center}
\emph{ble ble}\\

\emph{ble ble}
\end{center}
```

Bla bla

Ble ble

Bli bli

Blo blo

Blu blu

```
\begin{center}
\emph{Bla bla}\bigskip

\emph{Ble ble}\medskip

\emph{Bli bli}\smallskip

\emph{Blo blo}

\emph{Blu blu}
\end{center}
```

3.4.4 Espacements élastiques

3.4.4.1 `\hfill`, `\vfill`

Ces espacements s'étendent sur toute la place disponible. Horizontalement, c'est `\hfill`. L'équivalent vertical de `\hfill` est `\vfill`.

D'où le résultat ■

```
D'où le résultat \hfill $\blacksquare$
```

Exercice 1 *(3 points)*

```
Exercice 1 \hfill \textit{(3 points)}
```

La commande `\hfill A \hfill \hfill\null` place `A` au premier tiers de la ligne.

Il y a aussi la commande `\dotfill` :

0 ..... 1/3 2/3 1

```
0 \dotfill 1/3 \hfill 2/3 \dotfill 1
```

Nom : ..... Prénom : .....

```
Nom :\dotfill{} Prénom :\dotfill{}
```

3.4.4.2 `\stretch`

La commande `\stretch{`*n*`}` permet d'insérer un espacement élastique qui va s'ajuster de manière à forcer l'occupation de toute une ligne ou de toute une page. Le facteur d'élasticité *n* intervient dès que plusieurs commandes `\stretch` sont appelées sur la même ligne. Dans l'exemple suivant, la lettre B est placée aux 2/5 de la ligne de texte :

A B C

```
A\hspace{\stretch{2}}B\hspace{\stretch{3}}C
```

3.4.5 Espacement entre paragraphes

L'espace usuel entre deux paragraphes est contenu dans la macro `\parskip`.

Pour agir de manière globale (sur tout le document), on peut changer cette valeur avec la commande `\setlength`. Pour que cette valeur soit égale à 0,5 cm, on saisit :
`\setlength{\parskip}{0.5cm}`

On peut lui une donner une valeur élastique :
`\setlength{\parskip}{3ex plus 2ex minus 1ex}`
indique que, pour des raisons de mise en page, LaTeX définira une valeur idéale valant 3 ex et y ajouter au maximum de 2 ex ou la diminuer au maximum de 1 ex.

Attention ! La modification de `\parskip` modifie aussi l'espace entre les titres des sections et le texte qui suit, les environnements de liste, la table des matières, etc.

On peut également la modifier en utilisant la commande `\addtolength`. La saisie de `\addtolength{\parskip}{10pt}` ajoutera 10 pt à la valeur de `\parskip`.

Il est possible de modifier la valeur d'une variable en utilisant la commande `\setlength`. La commande prend deux paramètres, le premier est la longueur à modifier, le second est la nouvelle valeur de la longueur.

Les paragraphes sont « normalement » espacés.
Bla Bla Bla Bla
Bla Bla Bla Bla

Les paragraphes sont espacés de 0,5 cm.

Bla Bla Bla Bla

Bla Bla Bla Bla
Bla Bla Bla Bla Bla Bla Bla Bla Bla Bla

```
Les paragraphes ... \par
Bla Bla Bla Bla \par
Bla Bla Bla Bla\par
{\setlength{\parskip}{0.5cm}
Les paragraphes sont espacés de 0,5 cm.\par
Bla Bla Bla Bla \par
Bla Bla Bla Bla}\par
Bla Bla Bla Bla Bla Bla Bla Bla Bla Bla
```

3.4.6 Affectation de valeur à une longueur

3.4.6.1 `\newlength`

La déclaration d'une longueur se fait avec la commande `\newlength` [22] :

`\newlength{\`*`Nom`*`}`

crée une longueur nommée *Nom*.

3.4.6.2 `\setlength`

Par défaut, la valeur de cette longueur vaut un pouce (1 in). Pour qu'elle soit égale à *Valeur*, on utilise la commande `\setlength` :

`\setlength{\`*`Nom`*`}{`*`Valeur`*`}`

Ainsi, les deux lignes de commande

```
\newlength{\malongueur}
\setlength{\malongueur}{2cm}
```

créent une longueur `\malongueur` et lui donne la valeur de deux centimètres.

La longueur s'utilise ensuite à la place des valeurs dans les commandes. Par exemple :

- `A\hspace{\malongueur}B`
  donne A B ;
- `A\rule{\malongueur}{1mm}B`
  donne A▬▬▬▬▬B.

3.4.6.3 `\addtolength`

On peut ajouter une valeur *ValeurAjout* à une longueur avec la commande `\addtolength` :

`\addtolength{\`*`Nom`*`}{`*`ValeurAjout`*`}`

Ainsi, la ligne de commande

`\addtolength{\malongueur}{1cm}`

ajoute la longueur 1 cm à la longueur `\malongueur` et lui donne alors la valeur de trois centimètres.

Si la valeur *ValeurAjout* est négative (et précédée du signe -), sa valeur absolue sera soustraite de la valeur courante de `\malongueur`.

La longueur ajoutée n'a pas forcément la même unité [23] : on peut ajouter des pouces à des millimètres, par exemple.

(22). Le lecteur remarquera que, contrairement au nom d'un compteur, le nom de la longueur est précédée d'une contre-oblique \.
(23). Ce qui arrive rarement !

3.4.6.4 \settowidth

Pour utiliser les trois dimensions d'un objet déjà existant (comme une lettre, un mot ou une boîte), on peut utiliser les trois macros suivantes :

- `\settowidth{\`*`Nom`*`}{`*`Objet`*`}`
  pour affecter à la variable de longueur de nom *Nom* la longueur de *Objet* ;
- `\settoheight{\`*`Nom`*`}{`*`Objet`*`}`
  pour affecter à la variable de longueur de nom *Nom* la hauteur de *Objet* ;
- `\settodepth{\`*`Nom`*`}{`*`Objet`*`}`
  pour affecter à la variable de longueur de nom *Nom* la profondeur de *Objet*.

Ainsi, les lignes de commande

```
\newlength{\malongueurbis}
\setlength{\malongueurbis}{Maths}
```

donneront pour valeur à `\malongueurbis` la taille du mot « Maths » dans la police courante.

3.4.6.5 Application 1 : texte barré

Dans la macro [24] `\barre` suivante, le texte est mis dans la variable `#1`, et sa largeur est affectée dans `\textlarg`. Le texte est affiché puis le « curseur » est ramené en arrière d'une valeur de `\textlarg` (donc au début du texte en question) on affiche un rectangle situé à une hauteur de 0,5 ex de la ligne de base et de 1 pt d'épaisseur et ayant la longueur du mot (`\textlarg`).

```
\newlength{\textlarg}
\newcommand{\barre}[1]{%
\settowidth{\textlarg}{#1}
#1\hspace{-\textlarg}%
\rule[0.5ex]{\textlarg}{1pt}}
```

Exemple de ~~texte barré~~.

```
Exemple de \barre{texte barré}.
```

3.4.6.6 Application 2 : filet double encadrant

Voici une macro, appelée `\Filetdouble`, pour dessiner un double filet [25] horizontal placé au-dessus et au-dessous d'un texte centré et (surtout !) ajusté sur la largeur de celui-ci.

```
\newcommand{\Filetdouble}[1]{%
\newlength{\ecart}
\settowidth{\ecart}{#1}
\begin{center}
\noindent
\rule[0ex]{\ecart}{1pt} \par
#1 \par
\rule[1ex]{\ecart}{1pt}
\end{center}}
```

Xyloglottie

```
\Filetdouble{Xyloglottie}
```

3.5 Police !

3.5.1 Styles classiques

Une police est caractérisée par une famille (parmi trois), une forme (parmi quatre) et une graisse (parmi deux).

Chaque élément est associée à une commande à argument (le texte à saisir) – dont la syntaxe est dans la colonne de gauche – et une commande déclarative – dont la syntaxe est colonne de droite – situées sous le nom de cet élément. La seconde commande est une bascule : si les accolades sont écrites alors elle ne portera que sur le texte entre celles-ci mais si elles ne le sont pas, elle portera sur tout le texte qui suit (jusqu'à la prochaine commande).

FAMILLES

romaine (par défaut)	
`\textrm{`*`Texte`*`}`	`{\rmfamily `*`Texte`*`}`

télétype	
`\texttt{`*`Texte`*`}`	`{\ttfamily `*`Texte`*`}`

sans empattement	
`\textsf{`*`Texte`*`}`	`{\sffamily `*`Texte`*`}`

FORMES

droit (par défaut)	
`\textup{`*`Texte`*`}`	`{\upshape `*`Texte`*`}`

italique	
`\textit{`*`Texte`*`}`	`{\itshape `*`Texte`*`}`

incliné	
`\textsl{`*`Texte`*`}`	`{\slshape `*`Texte`*`}`

PETITES CAPITALES	
`\textsc{`*`Texte`*`}`	`{\scshape `*`Texte`*`}`

GRAISSES

médium (par défaut)	
`\textmd{`*`Texte`*`}`	`{\mdseries `*`Texte`*`}`

gras	
`\textbf{`*`Texte`*`}`	`{\bfseries `*`Texte`*`}`

(24). Les macros sont détaillées dès la page 97.
(25). Les filets (`rule`) sont décrits page 44.

On peut aussi rajouter

Par défaut	
`\textnormal{`*Texte*`}`	`{\normalfont` *Texte*`}`

Emphase	
`\emph{`*Texte*`}`	`{\em` *Texte*`}`

Les commandes peuvent s'imbriquer, dans le cas général [26], mais il ne faut pas en abuser et rester sobre. L'emphase est généralement *suffisante* pour mettre en valeur.

L'imbrication `\textbf{\textit{commande}}` a pour résultat ***commande***.

On peut imbriquer l'emphase, contrairement à l'italique :
- `\emph{A\emph{B}C}` donne ABC
- `\textit{A\textit{B}C}` donne ABC.

Enfin, on peut écrire `{\it texte}` à la place de `\itshape{texte}` et ainsi de suite.

3.5.2 Cursive

On écrit en cursive avec le package `frcursive`.

Mathématiques et jeux
est donné par :

```
\begin{cursive}Mathém...\end{cursive}
```

Un retour à la ligne s'effectue automatiquement après le `\end{cursive}`. Si l'on veut insérer le texte en cursive dans un texte « classique », on peut par exemple utiliser une boîte [27] :

```
ab \mbox{\begin{cursive}cd\end{cursive}} ef
```

ab cd ef

3.5.3 Ils sont fous, ces Romains !

3.5.3.1 Écrire en chiffres romains

Voici une commande [28] pour convertir un nombre en chiffres arabes en chiffres romains (majuscules) :
`\MakeUppercase{\romannumeral}`

Ainsi `\MakeUppercase{\romannumeral 2014}` donne MMXIV.

(26). Selon la police utilisée, il y a quelques impossibilités : il n'y a pas de petites majuscules en gras, pas exemple.
(27). Les boîtes sonr expliquées au chapitre 4, page 40.
(28). Elle est basée sur la commande `\uppercase` qui transforme les lettres minuscules en lettres majuscules.

3.5.3.2 Notation des siècles

Les numéros de siècles se composent en chiffres romains petites capitales [29], suivis d'un e (ou er) minuscule en exposant.

On utilise, d'une part, la commande `\romannumeral` et, d'autre part, la commande `\textsuperscript` (ou `\up` [30]) pour l'exposant.

Ainsi les codes

```
\textsc{\romannumeral 21}%
\textsuperscript{e}~siècle

\textsc{\romannumeral 21}\up{e}~siècle
```

donnent tous les deux : XXIe siècle

3.5.3.3 Premier, deuxième, etc.

On écrit 1er, 1re, 2e, 2nd, 2nde, 3e et ainsi de suite. Donc pas de ier, ière, ème ni de ième en exposant.

```
1\up{er}  1\up{re}  2\up{e}  3\up{e}
```

Par ailleurs, s'il y a un troisième élément dans une liste, on emploie pour désigner son précédent le terme « deuxième » et sinon le terme « second ».

Pour écrire 1o , 2o , 3o et 4o , on saisit [31] respectivement `\primo`, `\secundo`, `\tertio` et `\quarto`.
Et, plus généralement, on peut utiliser la commande`\FrenchEnumerate` : on obtient 7o avec la saisie `\FrenchEnumerate{7}`.

Les nombres ordinaux contenant une variable se notent sans exposant. On écrira donc n-ième (et non pas $n^{\text{ème}}$) et p-ième, à l'exception de i-ème et j-ème.

Enfin, on ne met pas la marque de l'ordinal quand il s'agit d'un dénominateur d'une fraction. On écrit donc : une carte au 1/25 000.

3.5.3.4 Chiffres elzéviriens

Pour information, la commande `\oldstylenums` permet d'écrire les chiffres en « style ancien » :

`\oldstylenums{0123456789}` donne 0123456789.

3.5.4 Taille des caractères

On peut modifier la taille des caractères. Les commandes suivantes donnent des tailles de texte de plus en plus grandes :

(29). Les nombres exprimant un ordre – comme pour Louis XIV – sont écrites en grandes capitales.
(30). `\up` est une macro de l'option `francais` de `babel`.
(31). Grâce à l'option `francais` du package `babel`.

`\tiny`	texte
`\scriptsize`	texte
`\footnotesize`	texte
`\small`	texte
`\normalsize`	* texte *
`\large`	texte
`\Large`	texte
`\LARGE`	texte
`\huge`	texte
`\Huge`	texte

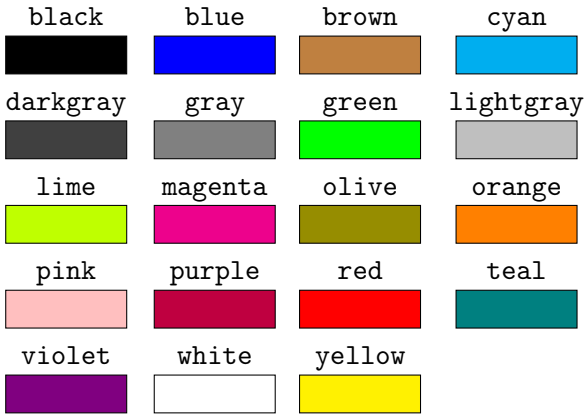
Le texte « a texte b » est obtenu avec trois saisies possibles :

- `a {\Large texte} b` [32]
- `a \Large texte \normalsize b`
- `a \begin{Large}texte\end{Large} b`

3.5.5 Couleurs

3.5.5.1 Couleurs prédéfinies

Les couleurs prédéfinies dans l'extension `xcolor` sont les suivantes :



3.5.5.2 Définir une couleur

On peut définir une couleur de plusieurs façons à l'aide de la commande `\definecolor` ; en voici trois.

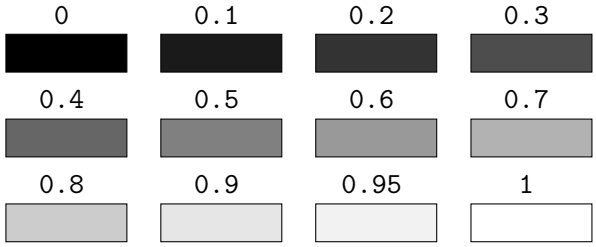
• Avec le mode `gray` et une valeur comprise entre 0 et 1, qui est le pourcentage de blanc dans le noir.

On définit, *localement ou dans le préambule*, toute *nuance* de gris sous la forme

`\definecolor{`*nuance*`}{gray}{`*k*`}`

où *k* est un nombre décimal compris entre 0 (noir) et 1 (blanc).

Voici quelques nuances :



On dispose aussi de la commande

`\newgray{`*nuance*`}{`*k*`}`

où *k* est un nombre décimal compris entre 0 (noir) et 1 (blanc).

```
\definecolor{gris1}{gray}{0.85}
\definecolor{gris2}{gray}{0.65}
```

Enseigner, ce n'est pas éblouir mais éclairer.

```
... pas \textcolor{gris1}{éblouir}
mais \textcolor{gris2}{éclairer}.
```

Les gris `gris1` et `gris2` sont donc définis et peuvent être appliqués dès qu'on les appelle. (Au passage, une macro permettant de surligner un mot – un nouveau mot dans une définition, par exemple – de façon homogène dans un texte se trouve page 101.)

• Avec le mode `rgb` [33] et trois valeurs $k1$, $k2$ et $k3$ comprises entre 0 et 1 [34] , qui sont les teneurs en rouge, vert et bleu. Deux commandes nous permettent de définir une couleur [35] :

`\definecolor{`*couleur*`}{rgb}{`$k1$`,`$k2$`,`$k3$`}`

`\newrgbcolor{`*couleur*`}{rgb}{`$k1$ $k2$ $k3$`}`

```
\definecolor{olive}{rgb}{.604,.804,.196}
\newrgbcolor{olive}{rgb}{.604 .804 .196}
```

• Si le package `xcolor` est installé, on peut obtenir une nouvelle couleur en mélangeant deux couleurs différentes de la façon suivante :

couleur1 `! pourcentage de` *couleur1* `!` *couleur2*

Si *couleur2* n'est pas précisée, c'est par défaut du blanc.

Voici quelques exemples de différents tons de couleur :

(32). L'accolade ouvrante { se place bien *avant* la commande de taille.

(33). Personnellement, je n'utilise que des différentes teintes de gris (blanc et noir compris) car mes documents sont disposés à être photocopiés pour mes élèves ; je pense au meilleur rendu après un passage par l'imprimante ! Néanmoins, pour ceux qui aiment les couleurs et qui ne se contentent pas des couleurs données plus haut, je donne (pages 38 et 39) les 317 couleurs définies dans l'extension `xcolor` avec l'option `x11names`, avec les quantités de rouge, vert et bleu incluses correspondantes, dans l'ordre alphabétique. Histoire d'avoir des idées de (nouvelles) couleurs...

(34). Dont la somme ne fait pas obligatoirement 1 !

(35). Attention à la présence ou pas de virgules ou d'espaces.

`red`	texte
`red!70`	texte
`red!45!black`	texte
`red!55!green`	texte

3.5.5.3 Ecrire un texte en couleur

Pour écrire un *texte* en *couleur*, on utilisera aussi bien l'une des deux commandes suivantes :

`\textcolor{`*couleur*`}{`*texte*`}`

`{\color{`*couleur*`}{`*texte*`}}`

LaTeX est si puissant !
BU + ZO = MEU (en shadok)

```
\LaTeX{} est si \textcolor{red}{puissant} !
{\color{blue}BU} + {\color{red}ZO} ...
```

Pour écrire un texte (dans un environnement non mathématique) sur un fond en couleur *coulfond*, on utilisera la commande

`\colorbox{`*coulfond*`}{`*texte*`}`

Le stage offre de grandes ouvertures .

```
Le \textcolor{gris2}{stage} offre de grandes
\colorbox{gris1}{ouvertures}.
```

3.5.6 Divers effets

3.5.6.1 Soulignement

On utilise la commande `underline` qui prend comme paramètre le texte à souligner.

Ce texte est souligné.

```
\underline{Ce ... souligné.}
```

Lorsque le texte à souligner dépasse une ligne, il faut dans ce cas utiliser la commande `\uline` du package `ulem`, auquel on aura spécifié [36] l'option `normalem` [37] .

π : Que j'aime à faire apprendre un nombre utile aux sages !

```
\underline{$\pi$ : Que j' ... sages !}
```

π : Que j'aime à faire apprendre un nombre utile aux sages !

```
\uline{$\pi$ : Que j' ... sages !}
```

Par ailleurs, dans le soulignement avec `\underline`, la position du trait de soulignement dépend de la présence ou non de lettres à jambage, contrairement au soulignement avec `\uline`.

Passage étroit Passage étroit

```
\uline{Passage} \uline{étroit}
\underline{Passage} \underline{étroit}
```

On peut créer une commande pour surmonter ce problème : voir l'exemple en sous-section 10.3.11, page 100.

Pour souligner un texte avec un trait de couleur, on utilise le package `color`. On définit d'abord la couleur du trait du soulignement puis la couleur du texte.

```
\underline{\textcolor{red}{texte}}
```

texte

```
\textcolor{red}{\underline{texte}}
```

texte

```
\textcolor{red}{%
\underline{\textcolor{blue}{texte}}}
```

texte

Ceci dit, les typographes préfèrent une emphase à un soulignement pour mettre un texte en valeur !

3.5.6.2 Divers encadrements

Avec `\usepackage{pstricks}` :

Faux `\psovalbox{Faux}`

Avec `\usepackage{fancybox}` :

Ombre `\shadowbox{Ombre}`
Entouré `\ovalbox{Entouré}`
Entouré `\Ovalbox{Entouré}`
Double `\doublebox{Double}`

Avec `\usepackage[normalem]{ulem}` :

~~Réponse~~ `\sout{Réponse}`
Vague `\uwave{Vague}`
Hachuré `\xout{Hachuré}`

Comme précédemment, l'aspect de l'encadré est paramétrable avec `\fboxsep` et `\fboxsep`. On peut aussi jouer sur l'arrondi avec `\cornersize` (0,5 par défaut). Ce paramètre influe, de même, tous les encadrés si l'instruction est placée dans le préambule.

Encadré

```
{\cornersize{2} \ovalbox{Encadré}}
```

`\textcircled{x}` entoure le caractère `x` : on obtient ainsi ⓧ.

(36). Sinon l'emphase sera toujours soulignée.
(37). Autrement dit, on écrit `\usepackage[normalem]{ulem}`.

3.5.6.3 Agrandissements

L'agrandissement [38] d'un objet (texte, formule, dessin, etc.) est produit par la commande

`\scalebox{`*`Coef_h`*`}[`*`Coef_v`*`]{`*`Objet`*`}`

où *Coef_h* et *Coef_v* sont les coefficients d'agrandissement/réduction horizontalement et verticalement, respectivement [39] .

Texte

```
\scalebox{5}[1.5]{Texte}
```

On peut aussi utiliser la commande

`\resizebox{`*`Long`*`}{`*`Larg`*`}{`*`Objet`*`}`

qui effectue une déformation de l'objet telle que qu'il occupe toute la longueur *Long* et la largeur *Larg* données.

Texte

```
\resizebox{5cm}{0.35cm}{Texte}
```

Texte

```
\resizebox{\linewidth}{0.35cm}{Texte}
```

Si `!` est placé à la place de l'un des deux paramètres précédents, l'objet est déformé du même cœfficient horizontal et vertical.

Texte

```
\resizebox{!}{0.35cm}{Texte}
```

3.5.6.4 Texte tourné et \rotatebox

Pour tourner un *texte* de *angle* degrés, on saisit :

`\rotatebox{`*`angle`*`}{`*`texte`*`}`

Cette commande est contenue dans le package `graphicx`.

Un chemin ascendant puis descendant.

```
Un chemin \rotatebox{10}{ascendant}
puis \rotatebox{-10}{descendant}.
```

Lorsque *texte* dépasse une ligne, on le place dans une `parbox` [40] ou une `minipage`.

Happy culteur !

```
\rotatebox{10}{%
\fbox{\parbox{1.3cm}{Happy culteur !}}}
```

(38). Le coefficient n'est pas forcément supérieur à 1 !
(39). Des arguments négatifs donnent des images miroir.
(40). Voir 4.2.1, 41.

3.5.6.5 À l'envers

Pour écrire un texte à l'envers (une réponse, par exemple), on écrit dans le préambule [41]

```
\usepackage{graphicx}
\newcommand{\DemiTour}[1]{%
\rotatebox[origin=c]{180}{#1}}
```

Pour avoir sǝsuodɐʜ , on écrit :

```
... avoir \DemiTour{Réponses}, on...
```

On peut aussi utiliser la commande `\rotatebox` composée avec la commande `\raisebox` [42] :

Une expression écrite sıɐʌuǝʇ ɐ.

```
Une expression écrite
\raisebox{1ex}{\rotatebox{180}{à l'envers}}.
```

Citons aussi la commande `\reflectbox` :

effet ɹoıɹıuıɯ de la boîte

```
effet \reflectbox{miroir} de la boîte
```

3.5.6.6 Texte penché et \pstilt

A l'aide du package `pstricks-add`, on peut pencher un texte d'un angle donné :

Texte 1 Texte 2 ʇxǝʇ ɔ

```
\pstilt{45}{Texte 1}
\pstilt{135}{Texte 2}
\pstilt{-45}{Texte 3}
```

Cette commande `pstilt` sera à nouveau utilisée dans les dessins, page 128, plus particulièrement dans des repères non orthogonaux.

3.5.6.7 Trait horizontal

Pour tracer une ligne sur la longueur de texte disponible, on écrit : `\hrulefill{}`

On peut aussi écrire un texte au milieu d'une ligne horizontale :

texte

```
\hrulefill{} texte \hrulefill{}
```

(41). `\newcommand` sera étudié plus loin.
(42). Voir 4.1.4, 41.

3.5.7 Changement de police

LaTeX utilise par défaut les fontes `Computer Modern` et `Latin Modern`. Mais on peut utiliser d'autres fontes que celles-ci. Toutefois, toutes ne contiennent peut être pas tous les symboles mathématiques...

Par exemple, la fonte `Helvetica` donne le rendu suivant :

Que j'aime à faire apprendre un nombre utile aux sages ! Immortel Archimède, artiste ingénieur, qui de ton jugement peut priser la valeur ? Pour moi, ton problème eut de pareils avantages.

```
{\fontfamily{phv}\selectfont%
Que j'aime ... avantages.}
```

La fonte `Zapf Chancery` donne le rendu suivant :

Que j'aime à faire apprendre un nombre utile aux sages ! Immortel Archimède, artiste ingénieur, qui de ton jugement peut priser la valeur ? Pour moi, ton problème eut de pareils avantages.

```
{\fontfamily{pzc}\selectfont%
Que j'aime ... avantages.}
```

L'extension `Fourier`, dont le caractère de base est Adobe Utopia, se prête très bien à un document mathématique.

C'est une fonte de famille romaine, avec des variantes grasse, italique, penchée, grasse italique. Elle ne propose pas de famille sans empattement ou à chasse fixe. Pour cela, on les complète souvent par les fontes Helvetica (avec une réduction d'échelle) et Courier.

```
\usepackage{fourier}
\usepackage[scaled=0.875]{helvet}
\usepackage{courier}
```

Le choix de son utilisation se fait donc pour *tout* le document.

Les annales de Bac ou de Brevet disponibles sur le site de l'APMEP ([124]) utilisent très souvent cette extension.

Pour en savoir plus sur l'utilisation de cette extension, voyez [103] et [104].

Plus généralement, pour avoir un aperçu des polices de caractères utilisables par LaTeX, voir [105] et [106].

3.6 Citations

Il existe deux environnements permettant d'inclure des citations, `quote` et `quotation`. Toutes les citations sont placées en retrait de l'une ou l'autre des deux marges. Les guillemets entourant les citations seront à insérer « à la main ».

3.6.1 Environnement `quote`

Pour faire une citation courte, ou des séries de petites citations séparées par des interlignes, on utilise l'environnement `quote`, qui n'indente pas le texte [43] :

> Si $0+0=1$ alors le Père Noël existe. S'il pleut, je vais au cinéma.

```
\begin{quote}
Si $0+0=1$ alors...
\end{quote}
```

3.6.2 Environnement `quotation`

Pour faire une citation longue, on utilise l'environnement `quotation`, qui indente le texte :

> La science est ce que nous comprenons suffisamment bien pour l'expliquer à un ordinateur. L'art, c'est tout ce que nous faisons d'autre. (D. Knuth)

```
\begin{quotation}
La science est ... autre. (D. \textsc{Knuth})
\end{quotation}
```

3.6.3 Avec un nouvel environnement

Dans [21], on trouve le [44] source suivant :

```
\newsavebox{\auteurbm}
\newenvironment{Bonmot}[1]%
{\small\slshape%
\savebox{\auteurbm}{\upshape\sffamily#1}%
\begin{flushright}}
{\\[4pt]\usebox{\auteurbm}
\end{flushright}\normalsize\upshape}
```

La citation

La science est ce que nous comprenons suffisamment bien pour l'expliquer à un ordinateur.
L'art, c'est tout ce que nous faisons d'autre.
(D. Knuth)

est alors obtenue avec :

```
\begin{Bonmot}{(D. \textsc{Knuth})}
La science ...  ordinateur.\par
L'art, ... d'autre.
\end{Bonmot}
```

(43). Cela ne se voit pas pas sur un texte d'une ligne !
(44). Abus de langage pour « le code source ».

3.7 Adresses `url`

Pour écrire correctement une adresse web [45] , il faut utiliser l'extension `url`. Elle gère correctement les espaces et les coupures de lignes.

http://math.univ-lyon1.fr/irem/

```
\url{http://math.univ-lyon1.fr/irem/}
```

3.8 Deux idées pour un QCM

3.8.1 En bout de ligne

Entourer la réponse correcte.

1. Premier énoncé. Vrai Faux
2. Second énoncé. Vrai Faux

```
Entourer la réponse correcte.
\begin{enumerate}
\item Premier énoncé. \hfill Vrai~~Faux
\item Second énoncé. \hfill Vrai~~Faux
\end{enumerate}
```

3.8.2 Avec des multicolonnes

Pour gagner de la place, on peut écrire les items des questions en plusieurs colonnes :

1. Premier énoncé.
   (a) Prop. 1 (b) Prop. 2 (c) Prop. 3
2. Second énoncé.
   (a) Prop. 1 (b) Prop. 2 (c) Prop. 3

```
\begin{enumerate}
\item Premier énoncé.
\setlength{\multicolsep}{0pt}
\begin{multicols}{3}
\begin{enumerate}
\item Prop. 1  \item Prop. 2  \item Prop. 3
\end{enumerate}
\end{multicols}
\setlength{\multicolsep}{0pt}
\item Second énoncé.
\setlength{\multicolsep}{0pt}
\begin{multicols}{3}
\begin{enumerate}
\item Prop. 1  \item Prop. 2  \item Prop. 3
\end{enumerate}
\end{multicols}
\end{enumerate}
```

(`\setlength{\multicolsep}{0pt}` annule l'espace vertical avant le début de l'environnement et `\setlength{\multicolsep}{0pt}` indique que le trait vertical entre deux colonnes a en effet pour largeur 0 pt.)

3.9 Filigrane

Le package `draftwatermark` ([53]) permet d'obtenir un filigrane sur *tout* le document [46] .

Parmi les possibilités, notons les suivantes.

- `\SetWatermarkText{`*`texte`*`}` met *`texte`* en filigrane ;
- `\SetWatermarkAngle{`*`angle`*`}` permet de changer l'*`angle`* (avec l'horizontale) du texte ;
- `\SetWatermarkColor{`*`couleur`*`}` permet de changer la *`couleur`* du texte ;
- `\SetWatermarkScale{`*`échelle`*`}` permet de changer l'*`échelle`* du texte.

Les valeurs par défaut de ces paramètres sont respectivement DRAFT, 45°, gris à 80 % et 1,2.

Par ailleurs, le chargement de

```
\usepackage[firstpage]{draftwatermark}
```

permet d'afficher ce filigrane seulement en première page (alors que, par défaut, il est affiché sur toutes les pages). Cela peut servir dans la construction de devoir de sujet (Brevet ou Bac) « blanc ».

3.10 Symboles décoratifs

Pour améliorer l'ordinaire (mais ne pas en abuser !).

3.10.1 Des symboles dans un environnement mathématique

Certains symboles tels que ✓, ☒, ⋄, ... sont utilisés par des collègues dans leurs présentations (de corrigés) d'exercices ou d'énumérations. Ils sont écrits dans un environnement mathématique : le tableau de la page 74 en donne quelques-uns.

3.10.2 Dingbats et `pifont`

L'extension `pifont` permet d'obtenir tous les caractères spéciaux appelés « dingbats » avec la commande `\ding` avec le code du symbole en argument.

Par exemple, avec `\ding{33}`, on obtient ✁ et avec `\ding{43}`, on obtient ☞, etc. L'ensemble des caractères disponibles est donné page 37.

De plus, pour écrire une ligne avec un seul même caractère, on utilise `\dingfill{`*`code du symbole`*`}`.

(45). Si cette extension n'est pas utilisée, le double point après `http` est suivi d'une espace, le lien n'est pas écrit en télétype et n'est pas hyperactif (lorsque le document le permet).

(46). Il y a aussi le package `draftcopy`, [54], mais celui-ci semble avoir des problèmes de compatibilité avec pdfLaTeX.

Par exemple,
`\dingfill{33}` donne :
✦ ✦ ✦ ✦ ✦ ✦ ✦ ✦ ✦ ✦ ✦ ✦ ✦ ✦ ✦ ✦ ✦

`\ding{33} \dotfill \ding{33}` donne :
✦ ..... ✦

De plus, et par exemple, on superpose les symboles ❒ et ✓ pour obtenir ☑ en reculant le second avec l'instruction `\hspace{-0.7em}`.

```
\ding{114}\hspace{-.7em}\ding{51}
```

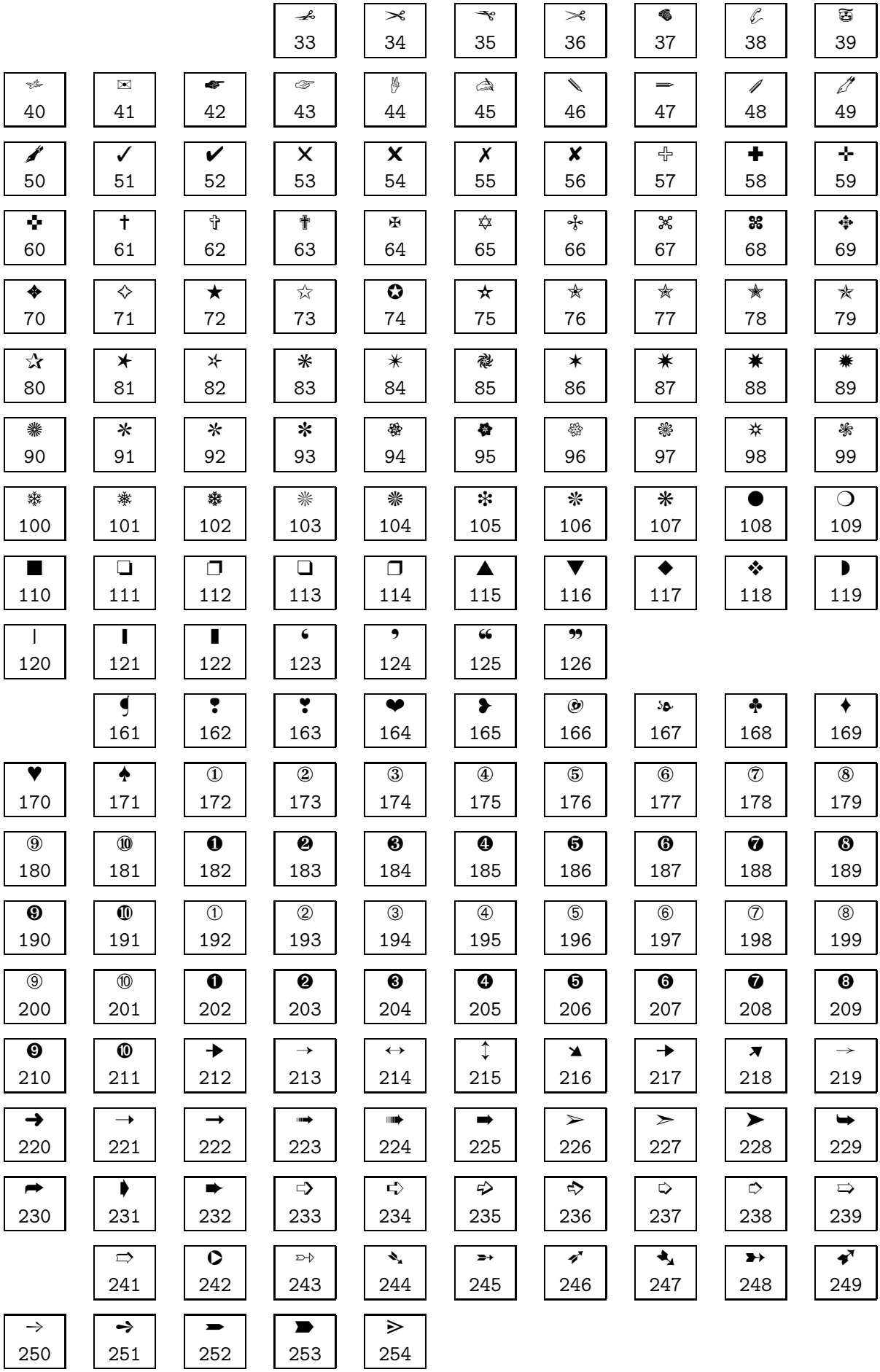


TABLE 3.1 – Caractères disponibles avec l'extension `pifont`

3.11 D'autres couleurs, format rgb

AntiqueWhite1 1,.936,.86	AntiqueWhite2 .932,.875,.8	AntiqueWhite3 .804,.752,.69	AntiqueWhite4 .545,.512,.47	Aquamarine1 .498,1,.83	Aquamarine2 .464,.932,.776	Aquamarine3 .4,.804,.668
Aquamarine4 .27,.545,.455	Azure1 .94,1,1	Azure2 .88,.932,.932	Azure3 .756,.804,.804	Azure4 .512,.545,.545	Bisque1 1,.894,.77	Bisque2 .932,.835,.716
Bisque3 .804,.716,.62	Bisque4 .545,.49,.42	Blue1 0,0,1	Blue2 0,0,.932	Blue3 0,0,.804	Blue4 0,0,.545	Brown1 1,.25,.25
Brown2 .932,.23,.23	Brown3 .804,.2,.2	Brown4 .545,.136,.136	Burlywood1 1,.828,.608	Burlywood2 .932,.772,.57	Burlywood3 .804,.668,.49	Burlywood4 .545,.45,.332
CadetBlue1 .596,.96,1	CadetBlue2 .556,.898,.932	CadetBlue3 .48,.772,.804	CadetBlue4 .325,.525,.545	Chartreuse1 .498,1,0	Chartreuse2 .464,.932,0	Chartreuse3 .4,.804,0
Chartreuse4 .27,.545,0	Chocolate1 1,.498,.14	Chocolate2 .932,.464,.13	Chocolate3 .804,.4,.112	Chocolate4 .545,.27,.075	Coral1 1,.448,.336	Coral2 .932,.415,.312
Coral3 .804,.356,.27	Coral4 .545,.244,.185	Cornsilk1 1,.972,.864	Cornsilk2 .932,.91,.804	Cornsilk3 .804,.785,.694	Cornsilk4 .545,.532,.47	Cyan1 0,1,1
Cyan2 0,.932,.932	Cyan3 0,.804,.804	Cyan4 0,.545,.545	DarkGoldenrod1 1,.725,.06	DarkGoldenrod2 .932,.68,.055	DarkGoldenrod3 .804,.585,.048	DarkGoldenrod4 .545,.396,.03
DarkOliveGreen1 .792,1,.44	DarkOliveGreen2 .736,.932,.408	DarkOliveGreen3 .635,.804,.352	DarkOliveGreen4 .43,.545,.24	DarkOrange1 1,.498,0	DarkOrange2 .932,.464,0	DarkOrange3 .804,.4,0
DarkOrange4 .545,.27,0	DarkOrchid1 .75,.244,1	DarkOrchid2 .698,.228,.932	DarkOrchid3 .604,.196,.804	DarkOrchid4 .408,.132,.545	DarkSeaGreen1 .756,1,.756	DarkSeaGreen2 .705,.932,.705
DarkSeaGreen3 .608,.804,.608	DarkSeaGreen4 .41,.545,.41	DarkSlateGray1 .592,1,1	DarkSlateGray2 .552,.932,.932	DarkSlateGray3 .475,.804,.804	DarkSlateGray4 .32,.545,.545	DeepPink1 1,.08,.576
DeepPink2 .932,.07,.536	DeepPink3 .804,.064,.464	DeepPink4 .545,.04,.312	DeepSkyBlue1 0,.75,1	DeepSkyBlue2 0,.698,.932	DeepSkyBlue3 0,.604,.804	DeepSkyBlue4 0,.408,.545
DodgerBlue1 .116,.565,1	DodgerBlue2 .11,.525,.932	DodgerBlue3 .094,.455,.804	DodgerBlue4 .064,.305,.545	Firebrick1 1,.19,.19	Firebrick2 .932,.172,.172	Firebrick3 .804,.15,.15
Firebrick4 .545,.1,.1	Gold1 1,.844,0	Gold2 .932,.79,0	Gold3 .804,.68,0	Gold4 .545,.46,0	Goldenrod1 1,.756,.145	Goldenrod2 .932,.705,.132
Goldenrod3 .804,.608,.112	Goldenrod4 .545,.41,.08	Gray0 .745,.745,.745	Green0 0,1,0	Green1 0,1,0	Green2 0,.932,0	Green3 0,.804,0
Green4 0,.545,0	Grey0 .745,.745,.745	Honeydew1 .94,1,.94	Honeydew2 .88,.932,.88	Honeydew3 .756,.804,.756	Honeydew4 .512,.545,.512	HotPink1 1,.43,.705
HotPink2 .932,.415,.655	HotPink3 .804,.376,.565	HotPink4 .545,.228,.385	IndianRed1 1,.415,.415	IndianRed2 .932,.39,.39	IndianRed3 .804,.332,.332	IndianRed4 .545,.228,.228
Ivory1 1,1,.94	Ivory2 .932,.932,.88	Ivory3 .804,.804,.756	Ivory4 .545,.545,.512	Khaki1 1,.965,.56	Khaki2 .932,.9,.52	Khaki3 .804,.776,.45
Khaki4 .545,.525,.305	LavenderBlush1 1,.94,.96	LavenderBlush2 .932,.88,.898	LavenderBlush3 .804,.756,.772	LavenderBlush4 .545,.512,.525	LemonChiffon1 1,.98,.804	LemonChiffon2 .932,.912,.75
LemonChiffon3 .804,.79,.648	LemonChiffon4 .545,.536,.44	LightBlue1 .75,.936,1	LightBlue2 .698,.875,.932	LightBlue3 .604,.752,.804	LightBlue4 .408,.512,.545	LightCyan1 .88,1,1
LightCyan2 .82,.932,.932	LightCyan3 .705,.804,.804	LightCyan4 .48,.545,.545	LightGoldenrod1 1,.925,.545	LightGoldenrod2 .932,.864,.51	LightGoldenrod3 .804,.745,.44	LightGoldenrod4 .545,.505,.298
LightPink1 1,.684,.725	LightPink2 .932,.635,.68	LightPink3 .804,.55,.585	LightPink4 .545,.372,.396	LightSalmon1 1,.628,.48	LightSalmon2 .932,.585,.448	LightSalmon3 .804,.505,.385

LightSalmon4 LightSalmon4 .545,.34,.26	LightSkyBlue1 LightSkyBlue1 .69,.888,1	LightSkyBlue2 LightSkyBlue2 .644,.828,.932	LightSkyBlue3 LightSkyBlue3 .552,.712,.804	LightSkyBlue4 LightSkyBlue4 .376,.484,.545	LightSteelBlue1 LightSteelBlue1 .792,.884,1	LightSteelBlue2 LightSteelBlue2 .736,.824,.932
LightSteelBlue3 LightSteelBlue3 .635,.71,.804	LightSteelBlue4 LightSteelBlue4 .43,.484,.545	LightYellow1 LightYellow1 1,1,.88	LightYellow2 LightYellow2 .932,.932,.82	LightYellow3 LightYellow3 .804,.804,.705	LightYellow4 LightYellow4 .545,.545,.48	Magenta1 Magenta1 1,0,1
Magenta2 Magenta2 .932,0,.932	Magenta3 Magenta3 .804,0,.804	Magenta4 Magenta4 .545,0,.545	Maroon0 Maroon0 .69,.19,.376	Maroon1 Maroon1 1,.204,.7	Maroon2 Maroon2 .932,.19,.655	Maroon3 Maroon3 .804,.16,.565
Maroon4 Maroon4 .545,.11,.385	MediumOrchid1 MediumOrchid1 .88,.4,1	MediumOrchid2 MediumOrchid2 .82,.372,.932	MediumOrchid3 MediumOrchid3 .705,.32,.804	MediumOrchid4 MediumOrchid4 .48,.215,.545	MediumPurple1 MediumPurple1 .67,.51,1	MediumPurple2 MediumPurple2 .624,.475,.932
MediumPurple3 MediumPurple3 .536,.408,.804	MediumPurple4 MediumPurple4 .365,.28,.545	MistyRose1 MistyRose1 1,.894,.884	MistyRose2 MistyRose2 .932,.835,.824	MistyRose3 MistyRose3 .804,.716,.71	MistyRose4 MistyRose4 .545,.49,.484	NavajoWhite1 NavajoWhite1 1,.87,.68
NavajoWhite2 NavajoWhite2 .932,.81,.63	NavajoWhite3 NavajoWhite3 .804,.7,.545	NavajoWhite4 NavajoWhite4 .545,.475,.37	OliveDrab1 OliveDrab1 .752,1,.244	OliveDrab2 OliveDrab2 .7,.932,.228	OliveDrab3 OliveDrab3 .604,.804,.196	OliveDrab4 OliveDrab4 .41,.545,.132
Orange1 Orange1 1,.648,0	Orange2 Orange2 .932,.604,0	Orange3 Orange3 .804,.52,0	Orange4 Orange4 .545,.352,0	OrangeRed1 OrangeRed1 1,.27,0	OrangeRed2 OrangeRed2 .932,.25,0	OrangeRed3 OrangeRed3 .804,.215,0
OrangeRed4 OrangeRed4 .545,.145,0	Orchid1 Orchid1 1,.512,.98	Orchid2 Orchid2 .932,.48,.912	Orchid3 Orchid3 .804,.41,.79	Orchid4 Orchid4 .545,.28,.536	PaleGreen1 PaleGreen1 .604,1,.604	PaleGreen2 PaleGreen2 .565,.932,.565
PaleGreen3 PaleGreen3 .488,.804,.488	PaleGreen4 PaleGreen4 .33,.545,.33	PaleTurquoise1 PaleTurquoise1 .732,1,1	PaleTurquoise2 PaleTurquoise2 .684,.932,.932	PaleTurquoise3 PaleTurquoise3 .59,.804,.804	PaleTurquoise4 PaleTurquoise4 .4,.545,.545	PaleVioletRed1 PaleVioletRed1 1,.51,.67
PaleVioletRed2 PaleVioletRed2 .932,.475,.624	PaleVioletRed3 PaleVioletRed3 .804,.408,.536	PaleVioletRed4 PaleVioletRed4 .545,.28,.365	PeachPuff1 PeachPuff1 1,.855,.725	PeachPuff2 PeachPuff2 .932,.796,.68	PeachPuff3 PeachPuff3 .804,.688,.585	PeachPuff4 PeachPuff4 .545,.468,.396
Pink1 Pink1 1,.71,.772	Pink2 Pink2 .932,.664,.72	Pink3 Pink3 .804,.57,.62	Pink4 Pink4 .545,.39,.424	Plum1 Plum1 1,.732,1	Plum2 Plum2 .932,.684,.932	Plum3 Plum3 .804,.59,.804
Plum4 Plum4 .545,.4,.545	Purple0 Purple0 .628,.125,.94	Purple1 Purple1 .608,.19,1	Purple2 Purple2 .57,.172,.932	Purple3 Purple3 .49,.15,.804	Purple4 Purple4 .332,.1,.545	Red1 Red1 1,0,0
Red2 Red2 .932,0,0	Red3 Red3 .804,0,0	Red4 Red4 .545,0,0	RosyBrown1 RosyBrown1 1,.756,.756	RosyBrown2 RosyBrown2 .932,.705,.705	RosyBrown3 RosyBrown3 .804,.608,.608	RosyBrown4 RosyBrown4 .545,.41,.41
RoyalBlue1 RoyalBlue1 .284,.464,1	RoyalBlue2 RoyalBlue2 .264,.43,.932	RoyalBlue3 RoyalBlue3 .228,.372,.804	RoyalBlue4 RoyalBlue4 .152,.25,.545	Salmon1 Salmon1 1,.55,.41	Salmon2 Salmon2 .932,.51,.385	Salmon3 Salmon3 .804,.44,.33
Salmon4 Salmon4 .545,.298,.224	SeaGreen1 SeaGreen1 .33,1,.624	SeaGreen2 SeaGreen2 .305,.932,.58	SeaGreen3 SeaGreen3 .264,.804,.5	SeaGreen4 SeaGreen4 .18,.545,.34	Seashell1 Seashell1 1,.96,.932	Seashell2 Seashell2 .932,.898,.87
Seashell3 Seashell3 .804,.772,.75	Seashell4 Seashell4 .545,.525,.51	Sienna1 Sienna1 1,.51,.28	Sienna2 Sienna2 .932,.475,.26	Sienna3 Sienna3 .804,.408,.224	Sienna4 Sienna4 .545,.28,.15	SkyBlue1 SkyBlue1 .53,.808,1
SkyBlue2 SkyBlue2 .494,.752,.932	SkyBlue3 SkyBlue3 .424,.65,.804	SkyBlue4 SkyBlue4 .29,.44,.545	SlateBlue1 SlateBlue1 .512,.435,1	SlateBlue2 SlateBlue2 .48,.404,.932	SlateBlue3 SlateBlue3 .41,.35,.804	SlateBlue4 SlateBlue4 .28,.235,.545
SlateGray1 SlateGray1 .776,.888,1	SlateGray2 SlateGray2 .725,.828,.932	SlateGray3 SlateGray3 .624,.712,.804	SlateGray4 SlateGray4 .424,.484,.545	Snow1 1,.98,.98	Snow2 Snow2 .932,.912,.912	Snow3 Snow3 .804,.79,.79
Snow4 Snow4 .545,.536,.536	SpringGreen1 SpringGreen1 0,1,.498	SpringGreen2 SpringGreen2 0,.932,.464	SpringGreen3 SpringGreen3 0,.804,.4	SpringGreen4 SpringGreen4 0,.545,.27	SteelBlue1 SteelBlue1 .39,.72,1	SteelBlue2 SteelBlue2 .36,.675,.932
SteelBlue3 SteelBlue3 .31,.58,.804	SteelBlue4 SteelBlue4 .21,.392,.545	Tan1 Tan1 1,.648,.31	Tan2 Tan2 .932,.604,.288	Tan3 Tan3 .804,.52,.248	Tan4 Tan4 .545,.352,.17	Thistle1 Thistle1 1,.884,1
Thistle2 Thistle2 .932,.824,.932	Thistle3 Thistle3 .804,.71,.804	Thistle4 Thistle4 .545,.484,.545	Tomato1 Tomato1 1,.39,.28	Tomato2 Tomato2 .932,.36,.26	Tomato3 Tomato3 .804,.31,.224	Tomato4 Tomato4 .545,.21,.15
Turquoise1 Turquoise1 0,.96,1	Turquoise2 Turquoise2 0,.898,.932	Turquoise3 Turquoise3 0,.772,.804	Turquoise4 Turquoise4 0,.525,.545	VioletRed1 VioletRed1 1,.244,.59	VioletRed2 VioletRed2 .932,.228,.55	VioletRed3 VioletRed3 .804,.196,.47
VioletRed4 VioletRed4 .545,.132,.32	Wheat1 Wheat1 1,.905,.73	Wheat2 Wheat2 .932,.848,.684	Wheat3 Wheat3 .804,.73,.59	Wheat4 Wheat4 .545,.494,.4	Yellow1 Yellow1 1,1,0	Yellow2 Yellow2 .932,.932,0
Yellow3 Yellow3 .804,.804,0	Yellow4 Yellow4 .545,.545,0					

Chapitre 4

Mise en boîte

4.1 Boîtes de ligne

Les boîtes de ligne sont destinées à recevoir des textes dont la longueur n'excède pas une ligne. Dès que le texte est inséré dans une telle boîte, celle-ci constitue un seul bloc et débordera dans la marge de droite s'il est trop long.

4.1.1 Commande \mbox

La commande `\mbox` permet à LaTeX de considérer son argument comme une seule entité. Elle peut ainsi empêcher la coupure d'un mot (une césure) ou d'un groupe de mots [1] : la commande crée donc une boîte insécable autour du texte. Le texte concerné ne doit pas faire plus d'une ligne. La longueur de la boîte (du bloc) est calculée automatiquement pour être égale à la longueur du texte.

Pour qu'une `formule` ne soit pas coupée en fin de ligne et écrite sur deux lignes, on saisira `\mbox{formule}`. C'est, par exemple, le cas avec l'égalité $\sin^2 x + \cos^2 x = 1$. [2]

```
...ité \mbox{$\sin^2 x+\cos^2 x=1$}
```

On peut aussi s'en servir pour écrire du texte dans une formule :

$$x = 1 \text{ ou } x = 2$$

```
$x=1 \mbox{ ou } x=2$
```

4.1.2 Commande \makebox

La commande `\makebox` est un peu plus fournie. On peut spécifier la largeur de la boîte et la position du texte à l'intérieur par le biais de deux options de la commande. La forme générale de la commande est :

\makebox[*Largeur*][*Position*]{*Texte*}

Largeur est la largeur de la boîte. Elle peut être égale à une longueur usuelle (en mm, cm, in), en fonction de la longueur de texte disponible, ... [3]

Position est la position du texte dans la boîte :
- `l` pour l'aligner sur la gauche de la boîte ;
- `r` pour l'aligner sur la droite de la boîte ;
- `s` pour l'aligner sur toute la longueur de la boîte.

Par défaut, si rien n'est spécifié, le texte est centré.

Ces paramètres sont *locaux* : en dehors de la commande, leur valeur n'est plus utilisable.

Texte centré

Texte à gauche

Texte à droite

Sur toute la largeur

```
\makebox[6cm]{Texte centré}
\makebox[6cm][l]{Texte à gauche}
\makebox[6cm][r]{Texte à droite}
\makebox[6cm][s]{Sur toute la largeur}
```

On peut s'en servir pour placer dans des textes des « trous » [4] que les élèves peuvent compléter :

Elle a pour paramètres et .

Elle a pour paramètres ..... et .....

```
La \makebox[3cm]{} a pour ...
La \makebox[3cm]{\dotfill} a pour...
```

Propriétés à savoir par cœur :

```
\makebox[8cm][s]{Propr... c\oe ur :}
```

On peut aussi utiliser des boîtes de largeur nulle, permettant de placer du matériel à un endroit mais en agissant comme s'il n'était pas là : on peut ainsi obtenir des effets particuliers, comme le suivant.

Ligne de texte pour voir la marge.
Bah ! Ce gâteau est ~~bon~~ infect.

```
Ligne de texte pour voir la marge.\par
\makebox[0pt][r]{Bah !} Ce gâteau
est \texttt{\makebox[0pt][l]{///}bon} infect.
```

(1). Tout comme lorsque l'on crée un tableau avec l'environnement `tabular`, celui-ci est considéré comme un seul bloc et le compilateur ne le coupera jamais en plusieurs parties.

(2). Le fait de ne pas demander un retour à la ligne après « égalité » implique ces écarts blancs plus grands entre les mots sur la ligne précédant l'égalité.

(3). On verra dans ce dernier cas des exemples (plus visibles car encadrés) avec la commande `\framebox`.

(4). Il y a une macro pour dessiner des lignes de pointillés page 103.

4.1.3 Commandes \fbox et \framebox

Ces deux commandes fonctionnent de la même manière que \box et \makebox, si ce n'est qu'elles ajoutent un cadre autour de la boîte. Il s'agit des commandes \fbox et \framebox [5] .

4.1.3.1 Commande \fbox

\fbox{Vrai} donne Vrai.

\fbox{\fbox{Vrai}} donne Vrai.

L'aspect des encadrements peut être réglé avec deux paramètres : le premier est l'espacement ajouté entre le cadre et son contenu \fboxsep (3 pt par défaut) et le second, l'épaisseur du filet \fboxrule (0,4 pt par défaut).

Encadré

```
{\setlength{\fboxsep}{3mm}
\setlength{\fboxrule}{1mm}
\fbox{Encadré}}
```

Placer ces deux commandes de réglage dans le préambule affecte donc tous les encadrés. Si les paramètres doivent être changés localement, on écrit, comme écrit au-dessus, le bloc de saisie entre accolades.

4.1.3.2 ... avec la commande \strut

La commande \strut fixe la hauteur du plus haut caractère et la profondeur du caractère qui a la plus grande profondeur dans la fonte utilisée. Elle est donc très utile pour harmoniser la hauteur de divers encadré sur une même ligne.

je dis et je fais

```
\fbox{je} \fbox{dis} et  %
\fbox{je\strut} \fbox{fais\strut}
```

4.1.3.3 Commande \framebox

La boîte suivante est trois fois plus longue [6] que le texte contenu dedans.

Bla bla bla

```
\framebox[2\width]{Bla bla bla}
```

La boîte suivante a pour longueur celle du texte disponible du document.

De la largeur du texte du document

```
\framebox[\linewidth]{De la largeur...}
```

(5). Le f est l'initiale de *frame*, « cadre ».

(6). Dès qu'il y a un calcul de longueur, comme c'est le cas ici, il est nécessaire que l'extension calc soit chargée.

4.1.4 Commande \raisebox

La commande \raisebox permet d'englober du texte dans une nouvelle boîte et ensuite de la monter ou descendre par rapport à la ligne de base.

Il faut élever le nombre au carré.

```
Il faut \raisebox{3mm}{élever} le ...
```

Il est également possible de préciser la hauteur et la profondeur de cette boîte en utilisant des options de la commande, dont la version complète est :

\raisebox{*différence*}%
[*hauteur*][*profondeur*]{*texte*}

où

- *différence* spécifie le décalage vertical du texte par rapport à la ligne ;
- *hauteur* est la taille que LaTeX considère comme étant au-dessus de la ligne ;
- *profondeur* est la taille que LaTeX considère comme étant en-dessous de la ligne.

Il faut élever le nombre au carré.

```
... \raisebox{3mm}[10mm][5mm]{élever} ...
```

On peut aussi utiliser cette commande [7] pour écrire les fractions :

$3/4$ est donné avec la commande

```
\raisebox{0.5ex}{3}\slash\raisebox{-0.5ex}{4}
```

4.1.5 Divers effets de mise en forme

D'autres boîtes peuvent servir dans des effets de mise en forme tels les les encadrements ou les agrandissements horizontaux. Voyez la sous-section 3.5.6, page 32.

4.2 Boîtes verticales

4.2.1 Commande \parbox

Avec les boîtes précédentes, on peut seulement insérer un texte d'une seule ligne. Pour travailler avec un texte dont la longueur dépasse une ligne, on utilise un autre type de boîte, obtenu avec la commande \parbox [8].

Sa syntaxe est la suivante :

\parbox[*ext*][*haut*][*int*]{*larg*}{*texte*}

(7). Voire en faire une macro ! Voyez page 98...

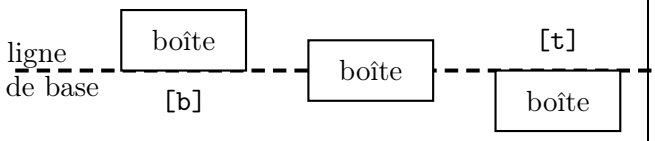
(8). *par* pour *paragraphe*.

- La valeur *larg* peut être :
  - une distance, comme `7cm` ou `20pt` ;
  - un multiple de la largeur `\linewidth` de la ligne en cours, comme `0.25\linewidth`.

- La valeur *haut* est la hauteur de la boîte.

- L'option *ext* désigne l'alignement externe : elle sert à positionner verticalement la boîte par rapport au niveau de la ligne (l'absence de paramètre implique que la boîte sera centrée sur la ligne).
  Elle peut prendre deux valeurs :
  * `b` pour aligner le bas (*bottom*) de la boîte sur la ligne de base ;
  * `t` pour aligner le haut (*top*) de la boîte sur la ligne de base.

  Si aucune option n'est donnée[9] , la boîte sera centrée sur la ligne de base.



- L'option *int* désigne l'alignement interne : elle sert à positionner verticalement le texte dans la boîte, sous réserve qu'une hauteur ait été indiquée (sinon LaTeX calcule lui-même les dimensions)
  Elle peut prendre quatre valeurs :
  * `b` pour repousser le texte vers le bas de la boîte ;
  * `t` pour situer le texte en haut de la boîte ;
  * `c` pour centrer verticalement le texte ;
  * `s` pour étirer verticalement le texte (la première et la dernière lignes sont respectivement en haut et en bas de la boîte) dont les parties sont séparés par des espaces élastiques.

```
\parbox{6cm}{%
Ce responsable ...\par Sans ...}
```

Ce responsable est réputé pour être
un phénoménal oligophrénarche.
Sans être orchidoclaste.

```
A~~\parbox[b]{2cm}{Par. 1\par Par. 2}~~
B~~\parbox{2cm}{Par. 3\par Par. 4}~~
C~~\parbox[t]{2cm}{Par. 5\par Par. 6}
```

A Par. 1 Par. 2 B Par. 3 Par. 4 C Par. 5 Par. 6

```
\fbox{%
\parbox[c][2.5cm][s]{2cm}{%
blabla  \vfill blabla  \vfill blabla}}
```

blabla

blabla

blabla

Toutefois, *on ne peut pas* insérer d'environnement dans le texte qu'elle contient : il est donc impossible de centrer un texte avec l'environnement `center` ou utiliser une liste d'énumération Il faut absolument utiliser dans ce cas une minipage (voir plus bas).
De plus, l'indentation est nulle.

4.2.2 Minipages

La structure est la suivante :

```
\begin{minipage}[ext][haut][int]{larg}
texte
\end{minipage}
```

Cet environnement admet les mêmes paramètres optionnels que le précédent et précise la largeur de la boîte créée.

```
Ligne de réf.
\fbox{\begin{minipage}[t]{1cm}
1\par 2\end{minipage}}
\fbox{\begin{minipage}[m]{1cm}
3\par 4\end{minipage}}
\fbox{\begin{minipage}[b]{1cm}
5\par 6\end{minipage}}
```

Ligne de réf. 1 2 3 4 5 6

L'usage d'une minipage se fait essentiellement dans l'un des deux cas suivants.

- Le premier est dû au besoin de centrer un paragraphe justifié (que l'on veut éventuellement encadrer) car si le texte dépasse la ligne, on ne peut plus utiliser la commande `\fbox{}`.

```
\begin{center} \begin{minipage}{6cm}
G. Duhamel écrivait ...
\end{minipage} \end{center}
```

G. Duhamel écrivait à juste titre que le jeu était une passerelle entre les peuples.

(9). On peut aussi mettre l'option `m`.

```
\begin{center}
\fbox{\begin{minipage}{6cm}
G. Duhamel ... \end{minipage}}
\end{center}
```

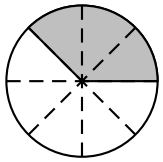
G. Duhamel écrivait à juste titre
que le jeu était une passerelle entre
les peuples.

```
\begin{minipage}{0.65\linewidth}
G. Duhamel ...
\end{minipage}
```

- Le second est dû au besoin de mettre côte-à-côte deux textes (ou un texte et une figure ou ...).

Dans l'exemple ci-dessous, la largeur de la première minipage est égale à 65 % de la largeur du texte disponible (`0.65\linewidth`).

La figure ci-contre traduit la fraction 3/8 à l'aide d'une représentation dite « en camemberts ».



```
\begin{minipage}{0.65\linewidth}
La figure ...
\end{minipage}
\hfill
\begin{minipage}{3cm}
\begin{pspicture}(-1,-1) ...
\end{pspicture}
\end{minipage}
```

Pour les notes de bas de page dans une minipage, voir page 55.

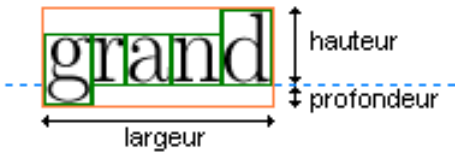
Tout comme la commande \parbox, la commande \minipage a un argument de position :

```
\begin{minipage}[pos]{largeur}
texte
\end{minipage}
```

4.3 Dimensions de la boîte

En fait, LaTeX travaille en créant des boîtes lorsqu'il met du texte en forme, boîtes qu'il ajuste les unes par rapport aux autres. Chaque caractère, chaque mot et chaque paragraphe sont inclus dans une boîte.

L'exemple du mot « grand » ci-dessous



montre qu'une boîte est compose de deux parties. La première est au-dessus de la ligne de base (hauteur) et la seconde, au-dessous (profondeur), toutes deux sur une certaine largeur.
De plus, la boîte contenant le mot « grand » contient toutes les boîtes correspondant à chacune des lettres du mot.

Quatre variables contiennent les différentes dimensions de la boîte :
- `\width` contient la largeur de la boîte ;
- `\height` contient la hauteur de la boîte ;
- `\depth` contient la profondeur de la boîte ;
- `\totalheight` contient la hauteur de la boîte, égale à `\width + \depth`.

Ces variables, que l'on ne peut utiliser qu'avec les commandes `\framebox`, `\makebox` et `\parbox`, se révèlent très utiles quand on veut réaliser des dispositions de texte par rapport à ses caractéristiques.

La boîte suivante a pour longueur le double de plus que celle du texte.

Texte du cadre

```
\framebox[2\width]{Texte du cadre}
```

La boîte suivante a pour longueur 2 cm de plus [10] que celle du texte.

Texte du cadre

```
\framebox[\width+2cm]{Texte du cadre}
```

4.4 Boîtes de couleur

4.4.1 Commande \colorbox

La commande `\colorbox{`*couleur*`}{`*texte*`}` écrit *texte* dans un fond coloré en *couleur*.

Et voilà un colorbox{red}{exemple} colorié !

```
... un \colorbox{red}{exemple} ...
```

4.4.2 Commande \fcolorbox

La commande
`\fcolorbox{`*coul_cadre*`}{`*coul_fond*`}{`*texte*`}`
écrit *texte* dans un fond coloré en *coul_cadre* et la couleur du cadre est *coul_fond*.

`\fcolorbox{red}{yellow}{Vrai}` donne fcolorbox{red}{yellow}{Vrai}.

On peut combiner avec une minipage :

(10). Il faut appeler le package `calc`.

Il n'y a rien de plus sérieux qu'un enfant qui joue. Jeu après jeu, l'enfant devient « je ».

```
\fcolorbox{red}{yellow}{%
\begin{minipage}{0.675\linewidth}
Il n'y a rien de plus sérieux...
\end{minipage}}
```

Par ailleurs, `\pagecolor{`*`couleur`*`}` affecte une *`couleur`* de fond à la page.

4.5 Boîtes de réglures, boîtes noires : `rule`

On peut créer des rectangles complètement noirs. Pour cela, on utilise la commande

`\rule[`*`décalage`*`]{`*`largeur`*`}{`*`hauteur`*`}`

où

- *`décalage`* permet de spécifier le décalage par rapport à la ligne de texte : une valeur positive le place au-dessus alors qu'une négative, en dessous ;
- *`largeur`* est la largeur du rectangle ;
- *`hauteur`* est sa hauteur (ou épaisseur).

La taille de la boîte est précisée par les deux derniers arguments.

abc

```
abc\rule[3mm]{5cm}{0.25cm}
```

Texte

```
\rule{2cm}{1mm} Texte \rule{4cm}{1mm}
```

Si l'on veut tracer une ligne d'épaisseur 1 mm sur toute la largeur du texte [11] , on écrit [12] :

```
\rule{\linewidth}{1mm}
```

Si l'on veut tracer une ligne d'épaisseur 1 mm, centrée sur la moitié de la largeur du texte, on écrit :

```
\begin{center}
\rule{0.5\linewidth}{1pt}
\end{center}
```

(11). Si le document est écrit sur une seule colonne, comme c'est quasiment toujours le cas, on peut aussi bien écrire `\linewidth` que `\textwidth`.

(12). Voir aussi le paragraphe 3.5.6.7 page 33.

Il est possible de créer une boîte noire de longueur 0 et de hauteur non nulle : elle est invisible. Elle s'appelle alors un *strut*. Elle s'utilise, entre autres, pour agrandir une ligne dans un tableau (voir page 80).

Par défaut, les boîtes noires apparaissent noires mais on peut bien évidemment modifier leur couleur.

4.6 Boîtes de sauvegarde

LaTeX sait mémoriser et de recopier le contenu d'une boîte (texte, tableau, image, autre boîte, ...).

Il existe les commandes suivantes :

- `\newsavebox{\`*`MaBoite`*`}` pour déclarer une boîte de nom *MaBoite* ;
- `\sbox{\`*`MaBoite`*`}` pour remplir *MaBoite* ;
- `\savebox{\`*`MaBoite`*`}[larg][`*`pos`*`]{`*`contenu`*`}` pour remplir *MaBoite* de largeur *`larg`* et de position *`pos`*, qui est `l`, `c` ou `r` (aligné à gauche, centré ou aligné à droite) ;
- `\usebox{\`*`MaBoite`*`}` pour appeler le contenu de `\`*`MaBoite`*.

L'IREM de Lyon se situe à... L'adresse url de IREM de Lyon est...

```
\newsavebox{\monirem}
\sbox{\monirem}{IREM de Lyon}

L'\usebox{\monirem} se situe à\dots{} L'
adresse url de l'\usebox{\monirem} est\dots{}
```

Chapitre 5

Compteurs et énumérations de texte

Pour LaTeX, toute entité qui porte un numéro (autrement dit, les pages, les notes de bas de pages, le sectionnement, les énumérations, les théorèmes...) est relié à un compteur. Les compteurs peuvent être liés entre eux[1].
Dans la première section de ce chapitre, le lecteur travaillera avec les compteurs proprement dit ; dans la seconde partie, le lecteur travaillera avec un compteur particulier (et familier), celui qui est rattaché aux énumérations.

5.1 Compteurs

5.1.1 Définir son propre compteur

Un certain nombre de compteurs sont prédéfinis dans LaTeX. Il y a[2] :

- les compteurs de structuration du document ;
- le compteur de page ;
- le compteur d'équation ;
- le compteur de figure et de tables ;
- le compteur de notes ;
- les compteurs de liste.

Pour définir son propre compteur, il faut utiliser la commande :
`\newcounter{nv_cptr}[ref_cptr]`

Lorsque qu'un compteur déjà existant est passé en argument (`ref_cptr`), le nouveau compteur `nv_cptr` sera réinitialisé à chaque incrément (via `\stepcounter` ou `\refstepcounter`) du compteur `ref_cptr`.

Par défaut, la valeur d'un nouveau compteur est 0. On peut lui donner une autre valeur grâce à la commande `\setcounter{cptr}{val}` (`val` est un entier relatif).

Le compteur est incrémenté puis le résultat est affiché : par exemple, en modifiant le compteur de `\section` par `\setcounter{section}{3}`, la prochaine commande `\setcounter{section}{BlaBla}` affichera **4. BlaBla** .

(1). Par exemple, à chaque fois que le compteur `section` est incrémenté, le compteur`subsection` est remis à 0
(2). Tous ces compteurs sont décrits dans cette brochure.

De plus, la valeur d'un compteur peut également être incrémentée via la commande `\addtocounter{cptr}{val}`. La valeur d'un compteur peut être récupérée, dans un calcul par exemple, grâce à la commande `\value{cptr}`.

`\stepcounter{cptr}` permet d'incrémenter le compteur `cptr` et de réinitialiser tous les compteurs liés par référence (qui est l'argument `ref_cptr` de la commande `\newcounter`).

De plus, la commande `\refstepcounter{cptr}` permet la mise à jour de la valeur courante du compteur pouvant alors être appelé par un `\ref`.

`\thecptr`, où `cptr` est le nom d'un compteur, permet d'afficher sa valeur.

La commande `\addtocounter{cptr}{val}` permet d'ajouter `val` au compteur.

Dans l'exemple suivant, un compteur est créé, initialisé et diminué de 2, tout en affichant sa valeur à chaque fois.

```
\newcounter{compteur}
Création : \thecompteur \par
\setcounter{compteur}{5}
Initialisation : \thecompteur \par
\addtocounter{compteur}{-2}
Moins 2 : \thecompteur
```

Création : 0
Initialisation : 5
Moins 2 : 3

5.1.2 Affichage de la valeur du compteur

Il y a plusieurs styles d'affichage :

`\arabic{`*cptr*`}`	1 2 3 ...
`\roman{`*cptr*`}`	i ii iii ...
`\Roman{`*cptr*`}`	I II III ...
`\alph{`*cptr*`}`	a b c ...
`\Alph{`*cptr*`}`	A B C ...
`\fnsymbol{`*cptr*`}`	∗ † ‡ § ¶ ‖ ∗∗ †† ‡‡

`\roman` et `\Roman` s'appliquent pour une valeur de compteur comprise entre 1 et 26 et `\fnsymbol`[3]

(3). C'est le style anglais pour la numérotation des notes en bas de page.

s'appliquent pour une valeur de compteur comprise entre 1 et 9.

Il existe une autre commande pour afficher le compteur (en chiffres arabes) `\arabic{`*`cptr`*`}` : `\thepage` pour le compteur de page, `\thechapter` pour les chapitres, ...

À noter la différence entre les deux commandes `\the{`*`cptr`*`}` et `\arabic{`*`cptr`*`}`. Elle se remarque si *`cptr`* est « lié » à un autre compteur. Penchons-nous, par exemple, sur la numérotation des figures liée, dans les environnements `book` et `report`, au chapitre. Supposons qu'il y ait, dans le chapitre 1 une figure 4 : la commande `\arabic{figure}` affiche « 4 » tandis que `\thefigure` donne « 1. 4 ».

Connaître ces affichages peut se révéler utile si l'on veut modifier la numération des listes et des titres dans un cours : ces modifications sont données dans la section 17.5.2 du chapitre 17, à la page 159.

5.1.3 Application 1. Exercice n° ...

5.1.3.1 Première façon

Pour créer une commande `\exo` qui, à chaque appel, ajoutera la présentation d'un exercice suivi d'un numéro incrémenté automatiquement (4) , on écrit dans le préambule (5) :

```
\newcounter{nexo}
\setcounter{nexo}{0}
\newcommand{\exo}{%
\stepcounter{nexo}
{\textbf{$\triangleright$ Exercice %
\arabic{nexo} $\square$~}}
}
```

Cette macro agit de la façon suivante :
- elle crée un *compteur* `nexo`
  `\newcounter{nexo}`
- ce compteur est *initialisé* à 0
  `\setcounter{nexo}{0}`
- et il est *augmenté de* 1 à chaque appel
  `\stepcounter{nexo}`

En écrivant dans le document

```
\exo Définir la somme de deux nombres.

\exo Définir le produit de deux nombres.
```

on obtiendra :

▷ **Exercice 1** □ Définir la ...
▷ **Exercice 2** □ Définir le ...

Au passage, n° et N° se saisissent respectivement par `\no` et `\No`.

5.1.3.2 Seconde façon

Pour avoir une feuille d'exercices commençant chacun par une expression du type

Exercice n° n.

(n initialisé à 1), voici un code source possible :

```
\newcounter{num}
\newcommand{\exo}{\addtocounter{num}{1}
\textbf{Exercice \no\thenum.}}
```

Si votre document ne contient que des exercices (éventuellement corrigés en fin de document), vous trouverez au chapitre 18, page 168, une structure vous facilitant la vie !

5.1.4 Application 2. Lignes de tableau

Voici, en utilisant en plus le package `array`, comment incrémenter automatiquement les différentes lignes d'une colonne dans un tableau (6) .

n°	texte
1	contenu de la ligne 1
2	contenu de la ligne 2
3	contenu de la ligne 3

```
\newcounter{ligne}
\begin{tabular}{%
>{\stepcounter{ligne}\theligne}cl}
\multicolumn{1}{c}{\no}& texte \\ \hline
& contenu de la ligne 1 \\
& contenu de la ligne 2 \\
& contenu de la ligne 3 \\
\end{tabular}
```

Notez une astuce : l'utilisation de `\multicolumn` dont le rôle est d'empêcher que la numérotation ne commence sur la première ligne (7) .

Une autre version permet de mettre en page (8) une « présentation tableur » (9) :

(4). Cela permet d'éviter les erreurs de numérotation qui arrivent lorsque l'on remanie l'ordre des exercices !
(5). La commande `\newcommand` sera détaillée page 97.
(6). Les tableaux sont décrits au chapitre 8, page 75.
(7). `\multicolumn` redéfinit le format de la cellule et donc ne prend pas en compte le descripteur.
(8). D'après le sujet Liban 2007 en Première L.
(9). Il y a bien évidemment aussi la possibilité d'insérer une copie d'écran en tant qu'image !

	G	H	I
12			
13	nombre / âge	0–10	11–20
14	14 ans	6,80 %	14,97 %
15	15 ans	5,73 %	13,74 %
16	16 ans	7,36 %	19,40 %
17	17 ans	5,71 %	16,57 %
18	18 ans	6,53 %	16,32 %

```
\renewcommand{\arraystretch}{1.1}
\definecolor{gris}{gray}{0.80}
\newcounter{lignetab}
\setcounter{lignetab}{11}
\newcommand{\lignetab}{%
\emph{\stepcounter{lignetab}
\arabic{lignetab}}}
\begin{tabular}{%
|>{\columncolor{gris}}c|*{5}{c|}}\hline
\rowcolor{gris}&G&H&I\\ \hline
\lignetab&&&\\\hline
\lignetab&\backslashbox{\^age}{nombre}&
0--10&11--20\\\hline
\lignetab&14 ans&6,80 \%&14,97 \%\\\hline
\lignetab&15 ans&5,73 \%&13,74 \%\\\hline
\lignetab&16 ans& ...
\end{tabular}
```

La commande
```
\newcommand{\lignetab}{%
\emph{\stepcounter{lignetab}
\arabic{lignetab}}}
```
permet d'écrire le numéro de ligne en emphase et en nombre arabe. Il y a d'autres formats : voir page 45.

5.1.5 Application 3. Création d'exercices avec des nombres aléatoires

5.1.5.1 Idée

Le package `lcg` permet de générer des nombres (pseudo-)aléatoires et le package `calc` permet d'effectuer des calculs (avec les 4 opérations de base) sur des variables stockées dans des compteurs ; les quatre opérations seront notées dans le source `+ - * /` (en non pas, pour les deux dernières, `\times` et `\div`). En les couplant, on peut réaliser des exercices [10] dont les données sont générées aléatoirement.

5.1.5.2 Simplifications de fractions

Supposons que l'on veuille créer des exercices de simplifications de fractions. L'enseignant propose à l'élève la fraction $\frac{coef \times num}{coef \times den}$ et $\frac{num}{den}$ [11] est la réponse attendue par l'enseignant.

On va utiliser trois compteurs [12], `Num`, `Den` et `Coef`, à valeurs entières dans [1 ; 10], [2 ; 20] et [2 ; 10] respectivement. Il faut veiller à ne pas prendre les mêmes intervalles [13] .

Le code source est le suivant :

```
\newcounter{Num} \newcounter{Den}
\newcounter{Coef}
\newcommand{\FractAleat}{%
\reinitrand[first=1,last=10,counter=Num]\rand
\reinitrand[first=2,last=10,counter=Den]\rand
\reinitrand[first=2,last=12,counter=Coef]\rand
\setcounter{Num}{\value{Num}*\value{Coef}}
\setcounter{Den}{\value{Den}*\value{Coef}}
$\dfrac{\theNum}{\theDen}$}
```

Avec le source

```
Simplifier les fractions suivantes : \medskip

\FractAleat = \dotfill\medskip

\FractAleat =\dotfill\medskip

\FractAleat =\dotfill\medskip
```

on obtient [14] :

Simplifier les fractions suivantes :

$\frac{16}{20} =$ .....

$\frac{56}{63} =$ .....

$\frac{16}{48} =$ .....

5.1.5.3 Simplifications de racines carrées

Supposons que l'on veuille créer des exercices de simplifications de racines carrées. L'enseignant propose à l'élève l'expression $\sqrt{B \times A^2}$ et $A\sqrt{B}$ (ou A si B est lui-même un carré parfait) est la réponse attendue par l'enseignant.

On va utiliser trois compteurs, `A` et `B`, à valeurs entières dans [2 ; 10] et [3 ; 7] respectivement.

Le code source est le suivant :

(10). Le codage des formules mathématiques est expliqué dans le chapitre suivant.
(11). Une fraction irréductible, évidemment.
(12). LaTeX étant sensible à la casse et un compteur `num` ayant été déjà créé avant, j'ai mis une majuscule pour les différencier.
(13). Sinon, curieusement, on obtiendra les mêmes valeurs à l'arrivée (un compteur suivant ne sera pas mis en action).
(14). Ces valeurs sont liées à *cette* compilation !

```
\newcounter{Expr}
\newcommand{\RacinAleat}{
\reinitrand[first=2,last=20,counter=A]\rand
\reinitrand[first=2,last=7,counter=B]\rand
\setcounter{Expr}{%
\value{A}*\value{B}*\value{B}}
$\sqrt{\theexpr}$}
```

La compilation de

```
Simplifier les expressions... :\par
\RacinAleat=\dotfill\par
\RacinAleat=\dotfill
```

donne :

Simplifier les expressions suivantes sous la forme $a\sqrt{b}$ (b le plus petit entier possible) ou a.
$\sqrt{250} =$ .....
$\sqrt{75} =$ .....

5.1.6 Application 4. Liste de livres

Voici une liste d'énumération sous forme d'un environnement appelé `livre` qui permet de dresser une liste de livres. (15)

```
\newcounter{opus}
\newenvironment{livre}{%
\begin{list}{\textsc{livre} \arabic{opus} :}
{\usecounter{opus}%
\setlength{\labelwidth}{1.8cm}%
\setlength{\labelsep}{0.1cm}%
\setlength{\leftmargin}{2cm}%
\setlength{\itemindent}{0cm}}}
{\end{list}}

\begin{livre}
\item \emph{Tout ce que Joseph écrivit %
 cette année-là}, Patrick Cauvin, 1986
\item \emph{Pourquoi j'ai mangé mon %
père}, Roy Lewis, 1960
\item \emph{Pantagruel}, François %
Rabelais, 1532
\end{livre}
```

LIVRE 1 : *Tout ce que Joseph écrivit cette année-là*, Patrick Cauvin, 1986

LIVRE 2 : *Pourquoi j'ai mangé mon père*, Roy Lewis, 1960

LIVRE 3 : *Pantagruel*, François Rabelais, 1532

5.1.7 Dans un QCM

Voyez la section 10.8 de la page 104 : elle donne une utilisation des compteurs dans des QCM.

(15). Je laisse le lecteur tester différentes longueurs que celles proposées.

5.1.8 Comme aux concours !

Pour obtenir une énumération que l'on rencontre dans les sujets de concours (par exemple), on pourra utiliser les commandes suivantes (16) :

```
\newcounter{q}
\setcounter{q}{0}
\newcounter{qq}
\newcommand{\q}{%
\setcounter{qq}{0}
\addtocounter{q}{1}\par\theq.\space}
\newcommand{\sq}{%
\addtocounter{qq}{1}\par\hspace{2em}
\theq.\space\theqq.\space}
```

La saisie de

```
bla bla bla
\q  question 1
\q  texte de la question 2
\sq sous-question 1 de la question 2
\sq sous-question 2 de la question 2
\sq sous-question 3 de la question 2
\q texte de la question 3
\sq sous-question 1 de la question 3
\sq sous-question 2 de la question 3
```

donnera :

bla bla bla
1. question 1
2. texte de la question 2
    2. 1. sous-question 1 de la question 2
    2. 2. sous-question 2 de la question 2
    2. 3. sous-question 3 de la question 2
3. texte de la question 3
    3. 1. sous-question 1 de la question 3
    3. 2. sous-question 2 de la question 3

Remarques sur le contenu des commandes

- Le « `par` » va impliquer un retour à la ligne à la fin de la question.
- Le « `\theq` » (resp. « `\theqq` ») est la valeur du compteur `q` (resp. `qq`).
- Le point qui suit la commande est le point qui sera affiché après le numéro de le question sur le document papier. On peut évidemment remplacer ce point par un carré □ (`$\square$`), un losange ◊ (`$\lozenge$`), etc.
- Le « `\space` » est l'espace usuelle ␣ .

(16). Bien évidemment, la commande `\q` est liée à une question et `\sq`, à une sous-question !

- Le « `\hspace{2em}` » [17] permettant un décalage horizontal en début de sous-section peut être modifié et l'on peut mettre à loisir `\hspace{1cm}` ou encore `\hspace{2\parindent}` [18] .

Pour remettre à 1 le compteur des questions [19] , il suffit d'écrire avant la première nouvelle question :

```
\setcounter{q}{0}
```

Une autre solution consiste à utiliser l'environnement `easylist` du package éponyme. Je renvoie le lecteur intéressé à [62].

5.2 Énumérations de texte

On peut structurer un texte avec des listes.

LaTeX dispose de trois environnements

`\begin{description}...\end{description}`

`\begin{enumerate}...\end{enumerate}`

`\begin{itemize}...\end{itemize}`

et prend en charge leur mise en page (numérotation, indentation et espacement).

Chaque élément d'une liste est introduit par la commande `\item`.

Les listes peuvent être imbriquées.

Le texte est justifié mais la première ligne est saillante (sauf pour le premier type).

5.2.1 Les listes de description : l'environnement `description`

L'environnement `description` permet d'associer une définition à un terme.

Voici quelques personnages du *Roman de Renart*.

Renart : le goupil espiègle, rusé, personnage principal de ces récits ;

Ysengrin : le loup, éternel ennemi de Renart, toujours dupé ;

Tibert : le chat ;

Chantecler : le coq.

```
\begin{description}
  \item[Renart :] le goupil ...
  \item[Ysengrin :] le loup, ...
  \item[Tibert :] le chat ;
  \item[Chantecler :] le coq.
\end{description}
```

LaTeX écrit en gras les termes entre crochets.

(17). Le cadratin `em` représente la largeur de la lettre M dans la police courante.

(18). Il n'y aura donc pas de décalage horizontal si l'indentation du paragraphe est nulle !

(19). Pour une partie suivante, par exemple.

5.2.2 Les listes numérotées : l'environnement `enumerate`

L'environnement `enumerate` fournit les listes numérotées.

5.2.2.1 Sans option

Pour faire un quatre-quarts, il faut :

1. du beurre
2. des œufs
3. de la farine
4. du sucre.

```
Pour faire un quatre-quarts, il faut :
\begin{enumerate}
\item du beurre
\item des {\oe}ufs
\item de la farine
\item du sucre.
\end{enumerate}
```

5.2.2.2 Avec option : changement *local* du type de numération

Lorsque l'environnement `enumerate` est employé, on peut utiliser ses options pour préciser le type de numérotation. Ainsi, la liste

Question 1 ◇ Donner la définition de...

Question 2 ◇ Donner l'expression de...

Question 3 ◇ Calculer...

est obtenue avec :

```
\begin{enumerate}[{Question} 1 $\diamond$]
\item Donner la définition de\dots
\item Donner l'expression de\dots
\item Calculer\dots
\end{enumerate}
```

Dans la déclaration, le mot `[{Question}]` (qui contient la lettre `i`), a été mis entre accolades pour éviter qu'il ne soit interprété et que les items suivants s'appellent `Questiion`, `Questiiion`, etc. On pouvait aussi écrire `[Quest{i}on]` alors que l'on peut écrire (si l'on veut réduire « Question » en « Qu. ») `[{Qu.}]` ou `[Qu.]`...

Par contre, l'espace horizontal de tabulation disparaît (et la liste est alors collée à la marge). Pour éviter cela, on peut rajouter dans l'option un `\quad` ou un `\hspace{1em}`.

Priorité 1 : Parenthèses

Priorité 2 : Multiplication

Priorité 3 : Addition

```
\begin{enumerate}[\quad{Priorité} 1 :]
\item Parenthèses
\item Multiplication
\item Addition
\end{enumerate}
```

De même, si l'on veut avoir une énumération encadrée, il faut impérativement utiliser des accolades :

```
\begin{enumerate}[{[1]}]
\item AAA
\item BBB
\end{enumerate}
```

[1] AAA
[2] BBB

Voyez aussi en section 17.4, page 157, diverses mises en forme d'énumération.

Pour obtenir la typographie actuellement utilisée dans les sujets d'examen (chiffres et lettres suivis d'un point, écrits en gras), voyez la sous-section 17.4.4, page 158.

5.2.2.3 Numéros entourés

Avec le package `pifont`, on peut créer une autre présentation :

① premier ;
② second.

```
\begin{dingautolist}{192}
\item premier ; \item second.
\end{dingautolist}
```

❶ premier ;
❷ second.

```
\begin{dingautolist}{182}
\item premier ;
\item second.
\end{dingautolist}
```

5.2.2.4 1, 2, 0, ...

On peut avoir besoin de « tricher » avec la numérotation (partir de 0, reprendre une numération, etc.). On agit alors sur les compteurs.

1. Fifer Pig (Nouf-Nouf)
2. Fiddler Pig (Nif-Nif)
0. Practical Pig (Naf-Naf)

```
\begin{enumerate}
\item Fifer Pig (Nouf-Nouf)
\item Fiddler Pig (Nif-Nif)
\addtocounter{enumi}{-3}
\item Practical Pig (Naf-Naf)
\end{enumerate}
```

5.2.2.5 Interruption temporaire pour une mise en page

Comparez les deux mises en page suivantes : la première est classique, avec l'indentation due à l'énumération, et la seconde utilise en fait deux énumérations et une modification de la valeur du compteur `enumi` pour supprimer cette indentation.

Texte avant la question 1.

1. Question 1
   Texte non lié à la quest. 1 et avant la quest. 2.
2. Question 2
   Texte lié à la question 2.

Texte après la question 2.

```
Texte avant la question 1.
\begin{enumerate}
  \item Question 1\par
Texte non lié à la quest. 1 et avant...
  \item Question 2\par
  Texte lié à la question 2.
\end{enumerate}
Texte après la question 2.
```

Texte avant la question 1.

1. Question 1
2. Question 2

Texte non lié à la quest. 2 et avant la quest. 3.

3. Question 3
   Texte lié à la question 3.

```
Texte avant la question 1.
\begin{enumerate}
  \item Question 1
  \item Question 2
 \end{enumerate}
Texte non lié à la quest. 2%
 et avant la quest. 3.
\begin{enumerate}
 \setcounter{enumi}{2}
  \item Question 3\par
  Texte lié à la question 3.
\end{enumerate}
```

Ceci dit, je sais que des collègues préfèrent rester sur la première version et saisissent devant `Texte non lié à...` l'instruction (collée) [20] `\hspace*{-2.5em}` ! Ce qui leur donne, sans aucune utilisation de compteur :

(20). En effet, le numéro de l'énumération est décalé de 1 em – largeur de la lettre M dans la police courante – par rapport à la marge de gauche et le texte lié à cette énumération, de 2,5 em.

1. Question 1

Texte non lié à la quest. 1 et avant la quest. 2.

2. Question 2

   Texte lié à la question 2.

```
\begin{enumerate}
  \item Question 1

\hspace*{-2.5em}Texte non lié à ...
  \item Question 2\par Texte lié à ...
\end{enumerate}
```

5.2.3 Les listes à tirets, non numérotées : l'environnement `itemize`

5.2.3.1 Tirets

L'environnement `itemize` fournit les listes non numérotées. En typographie française, les lignes commencent par des tirets « – » et dans l'anglaise, par une puce, « • ».

Le résultat standard est :

– Le premier élément ;
– le deuxième ;
– le troisième.

```
\begin{itemize}
\item Le premier élément ;
\item le deuxième ;
\item le troisième.
\end{itemize}
```

5.2.3.2 Personnalisation des items

On peut changer la présentation des items :

§ Le premier élément ;
  le deuxième ;
• le troisième.

```
\begin{itemize}
\item[\S] Le premier élément ;
\item[] le deuxième ;
\item[\textbullet] le troisième.
\end{itemize}
```

5.2.3.3 Puces et autres, *dans tout le document*

Si l'on préfère [21] le choix de la puce (`\textbullet`) *dans tout le document*, on écrit dans le préambule l'une des deux commandes suivantes :

(21). Ce qui est le cas dans cette brochure. Les tirets peuvent ne pas se voir après passage à la photocopieuse... Et cela évite les tirets confondus avec les signes négatifs !

```
\AtBeginDocument{\renewcommand{%
     \labelitemi}{\textbullet}}

\renewcommand{\FrenchLabelItem}{\textbullet}
```

On peut bien évidemment remplacer cette puce par ✓, par □, par ☞ ou par tout autre symbole.

Voyez la page 37 pour avoir divers symboles.

5.2.3.4 Puces et autres, *localement*

Le package `enumerate` permet de changer localement la puce, indiquée comme option.

✓ Le cours ;

✓ les exercices.

```
\begin{enumerate}[\ding{51}]
\item Le cours ; \item les exercices.
\end{enumerate}
```

5.2.3.5 Espacement vers la droite

Pour obtenir l'énumération suivante

- item 1 ;
- item 2.

on a le choix, dans une personnalisation locale, entre les deux propositions suivantes

```
\setlength\parindent{3mm}
\begin{itemize}
\item[$\bullet$] item 1 ;
\item[$\bullet$] item 2.
\end{itemize}
\setlength\parindent{0mm}

{\setlength\parindent{3mm}
\begin{itemize}
\item[$\bullet$] item 1 ;
\item[$\bullet$] item 2.
\end{itemize}
}
```

et, dans une personnalisation globale,

```
\begin{itemize}
\item item 1 ;
\item item 2.
\end{itemize}
```

avec la saisie dans le préambule de

```
\AtBeginDocument{\renewcommand{\labelitemi}{%
\hspace{3mm}\textbullet}}
```

5.2.4 Imbrication

5.2.4.1 Principe

Les environnements de listes peuvent sans problème s'imbriquer les uns dans les autres, et cela, quelle que soit leur nature (liste numérotée ou non, liste descriptive, etc.).

Il y a en fait quatre niveaux d'imbrication et des symboles différents à chaque niveaux (pour les listes numérotées, LaTeX utilise des chiffres romains et arabes et des lettres).

1. Niveau 1
   (a) Niveau 2
      i. Niveau 3
         A. Niveau 4
         B. Niveau 4
      ii. Niveau 3
   (b) Niveau 2
2. Niveau 1

```
\begin{enumerate}
\item Niveau 1
   \begin{enumerate}
   \item Niveau 2
      \begin{enumerate}
       \item Niveau 3
          \begin{enumerate}
          \item Niveau 4
          \item Niveau 4
          \end{enumerate}
       \item Niveau 3
      \end{enumerate}
   \item Niveau 2
   \end{enumerate}
\item Niveau 1
\end{enumerate}
```

5.2.4.2 Exemple

Dans un vote, parmi les inscrits, il y a :

1. les abstentionnistes
2. les votants avec :
   - un vote exprimé ;
   - un bulletin blanc ou nul.

```
Dans un vote, ...
\begin{enumerate}
\item les abstentionnistes
\item les votants avec :
   \begin{itemize}
   \item un vote exprimé ;
   \item un bulletin blanc ou nul.
   \end{itemize}
\end{enumerate}
```

Conseil. Il peut être très utile de décaler les diverses lignes dans le source pour pouvoir se relire rapidement (notamment pour corriger rapidement des erreurs !)

5.2.5 Liste dans le texte

Pour insérer une liste numérotée qui se trouve dans la continuité du texte, on peut utiliser l'environnement `inparaenum`, disponible dans le package `paralist`.

```
Pour réaliser l'opération, il faut trois
étapes : \begin{inparaenum}[(a)] \item la
première, \item la deuxième et \item la
troisième. \end{inparaenum}
```

Pour réaliser l'opération, il faut trois étapes : (a) la première, (b) la deuxième et (c) la troisième.

5.2.6 Espace entre les éléments

On peut modifier l'espacement entre éléments d'une liste en redéfinissant la commande de longueur `\itemsep`.

```
\begin{enumerate}
\setlength{\itemsep}{7mm}
\item un ;
\item deux ;
\item trois.
\end{enumerate}
```

1. un ;
2. deux ;
3. trois.

À la place de `\setlength{\itemsep}{7mm}`, on peut écrire la notation raccourcie `\itemsep=7mm`.

5.2.7 Avec des lettres grecques

On peut obtenir une énumération de listes avec des minuscules ou de majuscules grecques. Leur syntaxe est celle de `\alph`.

Je renvoie le lecteur intéressé à [61].

5.2.8 Avec l'extension `enumitem`

Une autre possibilité d'utiliser le package `enumitem` afin d'ajouter des options à `itemize`.

Attention ! Il y a conflit entre `enumitem` et l'option `francais` (ou `frenchb`) de `babel` dans la gestion des puces. La solution (si `enumitem` est chargé) est de demander à `francais` de ne pas s'occuper des listes par la commande

`\frenchbsetup{StandardLists=true}`
à placer dans l'entête du source (c'est-à-dire avant le `\begin{document}`) [22] .

Parmi les possibilités, on sait (entre autres) [23] :

- modifier les descriptions (comme les écrire en rouge, avec une fonte en emphase et sans sériation) ;
- supprimer les espaces horizontaux dans une énumération (pour deux niveaux) et coller les étiquettes des questions sur la marge ;
- modifier le numéro de début de l'énumération ;
- entourer les étiquettes des questions par un cadre de couleur ;
- modifier l'espace interligne d'une liste ;
- numéroter la sous-liste suivante en reprenant la numérotation de la liste mère...

Je renvoie le lecteur intéressé à [41] et [43].

À noter la différence de présentation des listes à puces : la première ci-dessous à gauche est la version « `itemize` francisée » et la seconde, à droite, avec `enumitem`.

AAA
- a
- b

BBB
- a
- b

5.2.9 Définir une liste

5.2.9.1 L'environnement `list`

Cet environnement est une primitive à partir desquelles tous les environnements vus plus haut ont été fabriqués. Sa syntaxe est la suivante :

```
\begin{list}{Etiquette}{Declaration}
\item Item 1
\item Item 2...
\end{list}
```

`Etiquette` est ce qui sera imprimé devant chaque objet/texte succédant à la commande `\item` et *`Declaration`* est une série de déclarations qui permettent de changer les paramètres de formatage par défaut [24].

La rédaction obtenue pour chaque item (lorsqu'elle dépasse une ligne) dans un environnement `list` est la suivante :

```
\begin{list}{}{}
  \item A
  \item B
\end{list}
```

A

B

```
\begin{list}{$\square$}{}
  \item C
  \item D
\end{list}
```

□ C

□ D

5.2.9.2 Liste non numérotée

On peut définir un nouveau type de liste avec la commande `\newenvironment`. Pour définir `maliste`, dans laquelle tous les items commenceront par ◇, on saisit :

```
\newenvironment{maliste}{%
\begin{list}{$\diamond$}{}{\end{list}}
```

On peut maintenant saisir

```
\begin{maliste}
\item Premier
\item Second
\end{maliste}
```

pour obtenir :

◇ Premier

◇ Second

5.2.9.3 Liste numérotée

La liste est numérotée en utilisant un compteur :

```
\newcounter{qcounter}
\begin{list}
{Question \arabic{qcounter}:~}
{\usecounter{qcounter}}
\item Item un;
\item Item deux ;
\item Item trois.
\end{list}
```

(22). Il y a toutefois une petite différence de présentation des listes, notamment sur la place des puces et sur l'espace entre les items.

(23). On sait aussi le faire sans ce package, en parcourant ce chapitre ainsi que la section 17.4, page 157 !

(24). Comme `labelsep`, pour l'espace entre l'extrémité droite de l'étiquette et le texte de l'objet de la liste ou `itemsep` qui est l'espace vertical supplémentaire inséré entre les éléments d'une liste.

Question 1 : Item un ;

Question 2 : Item deux ;

Question 3 : Item trois.

La numérotation peut ne pas être 1, 2, 3, ... mais A, B, C, ... : voyez les différents styles page 45.

Voyez d'autres paramètres de mise en forme sur [56].

5.2.10 Liste en colonnes

5.2.10.1 De haut en bas d'abord

Nous avons vu page 23 l'utilisation du package `multicol` pour écrire une liste d'éléments présentés en colonnes. Plus précisément, les éléments sont écrits de haut en bas puis de gauche à droite.

1. Item 1
2. Item 2
3. Item 3
4. Item 4
5. Item 5

```
\begin{multicols}{3}
\begin{enumerate}
\item Item 1
\item Item 2
\item Item 3
\item Item 4
\item Item 5
\end{enumerate}
\end{multicols}
```

5.2.10.2 De gauche à droite ensuite

Il existe une autre possibilité quand les éléments sont courts : l'utilisation du package `tablists` et son environnement `tabenum`. Dans ce cas, les éléments sont écrits de gauche à droite puis de haut en bas.

Insérer une ligne vide dans le source permet de passer à la ligne suivante de la liste.

1. Item 1 2. Item 2 3. Item 3
4. Item 4 5. Item 5

```
\begin{tabenum}
\tabenumitem Item 1
\tabenumitem Item 2
\tabenumitem Item 3

\tabenumitem Item 4
\tabenumitem Item 5
\end{tabenum}
```

De plus, l'option de cet environnement est identique à celle de l'environnement `enumerate` :

1) $y = 3\,x + 4$ **2)** $y = -x + 1$ **3)** $y = 5$
4) $y = -2\,x - 1$ **5)** $y = 5\,x$

```
\begin{tabenum}[\bfseries 1)]
\tabenumitem $y=3\,x+4$
\tabenumitem $y=-x+1$
\tabenumitem $y=5$

\tabenumitem $y=-2\,x-1$
\tabenumitem $y=5\,x$
\end{tabenum}
```

Chapitre 6

Références

6.1 Principe

Les *références*, ce sont les renvois à une autre partie du texte (comme les *conferatur*), à des figures, tableaux, des paragraphes, des équations, ...

LaTeX se charge lui-même de la numérotation des références, les notations de renvoi (les (1), (2), ... dans ce document). Elles ne sont pas données par le rédacteur car elles sont générées lors de la compilation. Ainsi, si l'on déplace une figure, un paragraphe, ... les rappels sont changés automatiquement.

6.2 Note de bas de page

6.2.1 Commande `\footnote`

On utilise la commande `\footnote`, suivie, entre accolades, du texte à mettre en note.

Par exemple, pour obtenir le texte « Ici, il y a un appel de note (1) en bas de page. » et sa note « C'est celle-ci ! », on écrit :

```
Ici, il y a un appel de note \footnote{C'est
celle-ci !} en bas de page.
```

LaTeX gère la numérotation des appels de notes et, si besoin est, la répartition des notes très longues entre plusieurs pages.

Les appels de notes sont mises *avant* les ponctuations. De plus, il ne faut pas oublier le point final d'une phrase écrite en note en bas de page.

6.2.2 Changer le style de numérotation

Six styles de compteur de niveau sont présentés page 45 : chiffres arabes, romains, lettres, ... Ce sont les mêmes pour les appels de notes.

Pour choisir les lettres majuscules, par exemple, il faut écrire dans le préambule :

```
\renewcommand{\thefootnote}{\Alph{footnote}}
```

Pour obtenir la présentation des notes de ce fascicule, il est écrit dans le préambule :

```
\renewcommand{\thefootnote}{%
\texttt{(\arabic{footnote})}}
```

(1). C'est celle-ci !

6.2.3 Note sur une même ligne

Lorsque les notes sont courtes (du type « D'après 1a) »), il peut être intéressant de les écrire toutes les unes après les autres, dans un même paragraphe (sans retour à la ligne, donc).
Il suffit de saisir dans le préambule :

```
\usepackage[para]{footmisc}
```

6.2.4 Dans un tableau ou une minipage

Il existe également deux commandes spécifiques : `\footnotemark` (qui permet de gérer le compteur de notes) et `\footnotetext{}` (qui permet d'insérer le texte correspondant en bas de page).

Par exemple,

A (2)	20 %
B	80 %

est donné par :

```
\begin{tabular}{|l|l|}
\hline A \footnotemark & 20\,\%\\ \hline
B & 80\,\%\\ \hline
\end{tabular}
\footnotetext{Tous âges confondus.}
```

Si l'on emploie telle quelle l'instruction `\footnote` dans une minipage, la note est écrite en dessous :

> Voici un texte écrit une minipage incluant une note [a] .
>
> a. Note

Pour remédier à cela (c'est-à-dire pour qu'il n'y ait pas de « saut » de note), on emploiera les mêmes commandes que dans un tableau.

> On ne peut pas dire que le contenu soit d'un fol intérêt mais il me permet de parler du cas de la note (3) de bas de page dans une minipage.

```
... cas de la note \footnotemark{} de bas
de page dans une minipage.\end{minipage}
\footnotetext{La voici...}
```

(2). Tous âges confondus.
(3). La voici, la voilà !

6.2.5 Filets de notes

Par défaut, les notes de bas de page sont séparées du reste du texte par un filet, modifiable à volonté.

Par exemple, en écrivant dans le préambule

```
\renewcommand{\footnoterule}{\%
\vspace*{0.2cm}\%
\ding{70}\hfill Notes \ding{71}\hfill\hrule}
\vspace*{0.1cm}
```

les notes sont précédées de

❖ Notes ✧

6.3 Notes dans la marge

6.3.1 Commande \marginpar

Des notes peuvent aussi s'inscrire dans la marge (4). On les obtient grâce à la commande :

\marginpar{*texte de la note*}

* L'étoile dans la marge a été obtenue par :

```
L'étoile \marginpar{*} dans ...
```

L'espacement *esp* horizontal entre l'extrémité droite ou gauche du texte et une note de marge peut être réglé avec la commande
\setlength{\marginparsep}{*esp*}

Non numérotées séquentiellement (5) , ces notes sont inscrites pour un document recto seul à droite et, pour un document recto-verso, dans la marge de gauche si l'on est sur la page de gauche et dans la marge de droite si l'on est sur la page de droite.

Comme le texte est écrit en petits caractères dans une boîte dont la largeur est 0,75 pt par défaut, les textes de ces notes devront être courts. Les notes peuvent aussi accueillir des symboles ou des règles verticales pour attirer l'attention.

```
\marginpar{\rule[2mm]{3mm}{7mm}}
```

Une note marginale ne doit pas être placée juste avant le premier mot d'un paragraphe pour qu'elle s'aligne correctement avec celui-ci.

La position du texte marginal dépend donc de la page sur laquelle il se trouve. Les symboles dans les notes peuvent dépendre de la page : par exemple, on peut vouloir qu'une flèche pointe vers la droite quand on est sur une page de gauche et vers la gauche quand on est sur une page de droite. Cela est possible car la syntaxe complète de la macro est :

\marginpar[*à gauche*]{*à droite*}

On saisirait ainsi par exemple :

```
\marginpar[$\rightarrow$]{$\leftarrow$}
```

6.3.2 Commande \reversemarginpar

Pour faire figurer les notes marginales dans les marges internes de la page, on utilise la commande \reversemarginpar .
Cette commande affectera toute la suite du document. La commande opposée (pour retrouver ensuite les notes dans les marges externes) est \normalmarginpar .

6.4 Les étiquettes

6.4.1 \label

La référence se fait en deux temps.

On place une étiquette (*label*) à l'endroit où l'on veut faire référence. Ceci se fait par la fonction

\label{*MotDeRappel*}

où *MotDeRappel* est un mot (6) qui sera utilisé lors de la référence.

6.4.2 \ref

On indique la référence à cette étiquette dans le texte par la fonction

\ref{*MotDeRappel*}

À l'impression, la fonction \label{} n'apparaîtra pas et la fonction \ref{} sera remplacée par le numéro de sectionnement où se trouve l'étiquette. Plus précisément, si \label{} est placé derrière un titre de section alors \ref{} donne le numéro de section et si \label{} est placé derrière une équation alors \ref{} donne le numéro de l'équation.

6.4.3 \pageref

La fonction

\pageref{*MotDeRappel*}

indiquera le numéro de page.

En revanche, il est nécessaire de compiler le texte deux fois : une première pour que LaTeX fasse la liste des références et une seconde pour les intégrer dans le texte. Lors de la première fois, LaTeX signalera par des points d'interrogation **??** que certaines références

(4). Dont la taille est définie par l'utilisateur !
(5). Contrairement aux notes de bas de page.

(6). Il peut contenir des lettres *non* accentuées, des symboles de ponctuation ou des chiffres mais *pas* d'espace.

sont absentes (ce qui est tout à fait normal).

Par exemple, dans l'avertissement, il est fait référence à des exercices (corrigés). Les codes correspondants (pour les énoncés) sont :

d'une part, dans la déclaration, au chapitre 18

```
\section{Des exercices ... }\label{Exos}
```

d'autre part, dans l'appel de la page 15

```
(chapitre~\ref{Exos}, page~\pageref{Exos})
```

6.4.4 `\the...`

Les `\the`-commandes sont définies pour de nombreux objets : `\thesection`, `\thepage`, `\thefootnote`, ...

Si l'on saisit `\thesection`, on obtiendra : 6.4, qui est bien le numéro de la section en cours.

6.4.5 Hyperliens

Pour créer des hyperliens liés aux références dans un document, on saisit

```
\usepackage{hyperref}
```

dans le préambule, *juste avant* le `\begin{document}`. De plus, il faudra supprimer les fichiers `aux`, `toc`, ... pour éviter un arrêt de la compilation.

Chapitre 7

Écrire des mathématiques

Les extensions `amsfonts`, `amsmath`, `amssymb` *et* `mathrsfs` *sont nécessaires.*

Un tableau des symboles usuels se trouve en page 74.

7.1 Composition

Les recommandations suivantes proviennent de l'Inspection générale. (1)

Les minuscules qui correspondent à des variables, des inconnues, des indices, ... sont écrites en italique.

Néanmoins, sont écrits en romain les identificateurs de fonctions et constantes prédéfinies : d'une part, les noms des fonctions usuelles sin, cos, ln, exp, ... et, d'autre part, les constantes e (= exp(1)), i (base des imaginaires purs) et le symbole d pour écrire un élément différentiel. On écrira donc :

$$\mathrm{e}^{\mathrm{i}\,x} = \cos x + \mathrm{i}\,\sin x \qquad \int_1^2 (f(x) - \ln x)\,\mathrm{d}x$$

Les ensembles de nombres sont normalement écrits en gras (**R**, etc.) dans un texte imprimé, les caractères ajourés ($\mathbb{R}$, etc.) étant en principe réservés à l'écriture au tableau.

Les noms des points sont écrits en majuscules et en romain (et non pas en italiques) (2) . On écrira donc :

$$\overrightarrow{\mathrm{AB}} \qquad x_{\mathrm{M}} \qquad \mathrm{OM}^2$$

Pour les ensembles de points en géométrie, on a intérêt à utiliser des italiques, voire des cursives : la courbe $\mathcal{C}$, la droite $\mathcal{D}$, ...

Pour écrire les majuscules en romain systématiquement, voici plusieurs possibilités, évitant d'utiliser les commandes locales `\text{}` ou `\mathrm{}` (3) . Celles-ci portent donc sur *tout* le texte.

- on utilise l'option `upright` de l'extension (4) `fourier` (5) (cette extension propose une fonte alternative complète de la fonte « naturelle » `Computer Modern`) ;
- on saisit dans le préambule la commande suivante correspondant à A (6) , en faisant de même pour les vingt-cinq autres lettres.

```
\DeclareMathSymbol{A}{%
\mathalpha}{operators}{`A}
```

7.2 Environnement mathématique

7.2.1 Expressions « en ligne » (`$...$`) ou « hors texte » (`\[...\]`)

La simple formule $E = m\,\mathrm{c}^2$ s'insère correctement dans une ligne de texte tandis que l'équation

$$\frac{\pi}{4} = \int_0^1 \frac{1}{t^2+1}\,\mathrm{d}t$$

a été écrite en passant à la ligne (et en centrant), ce qui la met en évidence.
Si l'on avait voulu que cette dernière équation soit simplement insérée dans la ligne courante, on aurait obtenu $\frac{\pi}{4} = \int_0^1 \frac{1}{t^2+1}\,\mathrm{d}t$.

La première présentation est dite « en ligne ». Les formules sont encadrées aussi bien entre :
- `\(` et `\)`
- `$` et `$`
- `\begin{math}` et `\end{math}`

Les trois écritures `\begin{math}4x=9\end{math}`, `\(4x=9\)` et `$4x=9$` donnent les mêmes résultats. En pratique, c'est la troisième (entre $) qui est la plus souvent utilisée.

La seconde est dite « hors ligne ». Les formules sont encadrées aussi bien entre :
- `\[` et `\]`

(1). D'après le *Lexique des règles typographiques en usage à l'Imprimerie nationale.*
(2). Ce sera le cas systématiquement dans la brochure, sauf si cette contrainte alourdit le code.
(3). Voir la section 7.2.3.1, page 59.
(4). Souvent utilisée sur la banque d'annales de l'APMEP, [124].
(5). Insérer ainsi `\usepackage[upright]{fourier}` dans le préambule.
(6). L'accent devant le second A est grave.

- `$$` et `$$` [7]
- `\begin{equation*}` et `\end{equation*}`

De plus, il ne faut pas faire de saut de ligne en mode mathématique sous peine d'arrêt de compilation, comme dans l'exemple suivant :

```
$f(x) = x

g(x)=x^2$
```

7.2.2 Commande `\displaystyle` et autres commandes de taille de police

La taille des caractères est gérée automatiquement en fonction de leurs emplacements (exposant, exposant d'exposant, ...) et du mode texte ou hors-texte.

Quatre tailles sont prédéfinies, hors-texte, texte, scripte et sous-scripte. La taille peut donc être forcée grâce aux macros liées, `\displaystyle`, `\textstyle`, `\scriptstyle` et `\scriptscriptstyle`.

Ces commandes amènent LaTeX à gérer les indices et les exposants comme si le texte mathématique est en mode « hors ligne ». Cela peut introduire une modification locale de l'interligne.

$$2^{2^{2^2}} \qquad 2^{2^{2^2}}$$

```
$2^{2^{2^2}}$
$2^{2^{%
{\scriptstyle {2^{\scriptstyle 2}}}}}$
```

Nous retrouverons `\displaystyle` pour les fractions, les sommes, les limites ou les intégrales.

Pour que les expressions mathématiques dans un texte soient toujours écrites en taille `\displaystyle` (et donc éviter de le préciser à chaque fois), on peut introduire la demande `\everymath{\displaystyle}` qui imposera la taille voulue à toute expression qui suivra cette demande. En particulier, cette commande peut (et doit ?) être placée dans le préambule pour affecter tout le document.

7.2.3 Texte et espace dans un environnement mathématique

7.2.3.1 Commande `\text{...}`

Un texte ordinaire ne peut pas être inséré tel quel dans un environnement mathématique.

La saisie, par exemple, de `$x=1 et donc y=2$` donne $x = 1et donc y = 2$! LaTeX comprend qu'il y a un produit des facteurs e, t, d, ... et c : il le traduit alors comme tel.

Dans cet environnement, pour composer...
- un *symbole* en romain, on utilise `\mathrm{`*symbole*`}` ;
- du *texte* ordinaire, on utilise `\text{`*texte*`}`.

```
$x=1 \text{ et donc } y=2$
$\mathrm{i}^2=-1$
```

$x = 1$ et donc $y = 2$
$\mathrm{i}^2 = -1$

Remarque 1. Si cela est possible, il vaut mieux saisir `$x=1$ et donc $y=2$`.

Remarque 2. Pour le e et le i droit, il vaut mieux utiliser `\mathrm{e}` plutôt que `\text{e}`, car, si l'on est dans un environnement en italique, `\text` reprend la mise en forme et fera apparaître des lettres en italiques et non droites. Voyez aussi la différence entre point P_5 et point P_5, obtenus respectivement avec `\textsf{point $\text{P}_5$}` et `\textsf{point $\text{P}_\text{5}$}`.

Remarque 3. `$x=1 \mathrm{ et donc } y=2$` donne $x = 1\mathrm{etdonc}y = 2$.

7.2.3.2 Espace

Les espaces entre deux $ sont ignorées : elles n'ont d'autre but que de clarifier le code source (surtout quand les formules deviennent complexes).
Par exemple, `$1+2=3$` donne le même résultat que `$1 + 2 = 3$`.

7.2.4 Mise en boîte

Il peut arriver qu'une expression mathématique, dans un texte, soit coupée en fin de ligne et continuée en début de ligne suivante. Pour éviter ce problème, on crée une boîte insécable *autour* de l'expression concernée grâce à la commande `\mbox` [8] :

```
\mbox{$1+x+x^2+x^3+x^4$}
```

7.3 Les commandes de base

7.3.1 Écriture d'un nombre et virgule

7.3.1.1 La commande `\np`

Dans les pays anglo-saxons, la virgule est un séparateur de milliers. Par conséquent, lorsque nous tapons `$3,14$`, nous obtenons 3, 14. Pour éliminer cette espace derrière la virgule, on peut aussi

(7). Même si la seconde possibilité est plus aisée à saisir, elle est, pour des raisons qui dépassent le cadre de cette brochure, nettement déconseillée. De plus, les espaces ne sont pas toujours correctement faites (pour les puristes !).

(8). Voir les boîtes au chapitre 4, page 40.

bien écrire `$3{,}14$` que `$\nombre{3,14}$` [9] . De même, pour avoir 1 200, on peut aussi bien écrire `$\nombre{1200}$` que `$1\,200$` [10] .

On peut aussi utiliser le package `numprint` avec l'option `np` [11] . Alors `\np{3,4567}` écrira correctement le nombre 3,456 7. Et `\np{6e-12}` donne $6 \cdot 10^{-12}$.

Il permet d'afficher des valeurs avec une unité, sans risque de coupure au passage à la ligne.
`\np[kg]{91}` donne 91 kg.

7.3.1.2 La commande `\DecimalMathComma`

Une autre piste, consistant à faire comprendre à LaTeX une fois pour toutes que la virgule est bien notre séparateur usuel, il *suffit tout simplement* d'écrire dans le préambule, et avec l'option `francais` du package `babel`, l'instruction :

```
\DecimalMathComma
```

7.3.2 Flèches

7.3.2.1 Flèches « droites »

Principes des commandes générant des flèches.
- toutes les commandes finissent par `arrow` (flèche) ;
- le préfixe obligatoire `left` (gauche), `right` (droite), `up` (haut) et `down` (bas) indique la direction ;
- le préfixe facultatif `long` donne une version longue ;
- la première lettre de la commande mise en majuscule rend la flèche double ;
- on peut mettre des flèches aux deux extrémités en collant les deux mots `left` et `right`.
- on obtient la négation du symbole fléché avec la préfixe `n`, sauf si c'est la « version longue ».

$\rightarrow$ $\Leftarrow$ $\longrightarrow$ $\Longleftarrow$ $\Longleftrightarrow$ $\Uparrow$ $\nRightarrow$

```
$\rightarrow$     $\Leftarrow$
$\longrightarrow$     $\Longleftarrow$
$\Longleftrightarrow$     $\Uparrow$
$\nRightarrow$
```

Les macros `\Longleftrightarrow` ($\Longleftrightarrow$) et `\iff` ($\iff$) semblent identiques mais diffèrent en réalité sur la quantité de blanc qui les entoure.

$$A \Longleftrightarrow B \qquad A \iff B$$

```
$A \Longleftrightarrow B$    $A \iff B$
```

7.3.2.2 Flèches « obliques »

Les flèches « obliques », très utiles dans les tableaux de variation, sont construites avec la même idée d'orientation. Il suffit de penser aux points cardinaux : `n` pour le nord, `w` pour l'ouest, `s` pour le sud et `e` pour l'est. Ainsi une flèche dirigée en haut à droite sera orientée « nord-est ».

$\nearrow$ $\searrow$ $\nwarrow$ $\swarrow$

```
$\nearrow$     $\searrow$
    $\nwarrow$     $\swarrow$
```

7.3.2.3 Flèches « arrondies »

Elles peuvent servir pour indiquer le sens de rotation, notamment en trigonométrie.

$\circlearrowleft$ $\circlearrowright$ $\curvearrowleft$ $\curvearrowright$

```
$\circlearrowleft$    $\circlearrowright$
$\curvearrowleft$    $\curvearrowright$
```

7.3.2.4 Flèches des fonctions

(Le « : » pour une application s'obtient avec `\colon`. Cette commande règle automatiquement l'espacement d'une part et d'autre des deux points ; elle est donc à préférer à « : ».)

$\to$ `$\to$` $\mapsto$ `$\mapsto$` $\longmapsto$ `$\longmapsto$`

$$f\colon [0\,;\pi[\to [0\,;1]$$
$$g\colon x \mapsto 3x+4$$

```
$f \colon [0\,;\pi[ \to [4\,;7]$
$g \colon x \mapsto 3x+4$
```

7.3.3 Indices et exposants

Le syntaxe est : `$^{`*exposant*`}$` et `$_{`*indice*`}$`.

Si *exposant* et *indice* ne sont formés que d'un caractère, les accolades sont inutiles.

x^2 x^{15} x^{3a} x_5

```
$x^2$    $x^{15}$    $x^{3a}$    $x_5$
```

Si $U_n = 2^n$, alors $U_{n+1} = 2^{n+1}$.

```
Si $U_n=2^n$, alors $U_{n+1}=2^{n+1}$.
```

$U_{n+1} \neq U_n + 1$ se code `$U_{n+1}\neq U_n+1$`.

$F_n = 2^{2^n}$ se code `$F_n=2^{2^n}$`.

${x_1}^2 + {x_2}^2$ se code `$x_1{}^2+x_2{}^2$`.

(La saisie de `$x_1^2+x_2^2$` donne $x_1^2 + x_2^2$.)

(9). Avec `\usepackage[francais]{babel}`.
(10). Le `\,` correspond à une espace fine.
(11). Donc avec `\usepackage[np]{numprint}`.

Au passage, les accents circonflexes ^ et ^ sont respectivement obtenus avec `\circonflexe` ou avec `^\wedge` (en mode mathématique pour celui-ci). On peut s'en servir pour écrire une ligne de saisie sur une calculatrice [12] .

7.3.4 Fractions

La syntaxe est : `$\frac{`*num*`}{`*den*`}$`. La taille du symbole est automatiquement adaptée au contexte (pour garder le même interlignage).

`$\frac{2}{3}$` donne donc $\frac{2}{3}$.

Lorsque *num* et *den*`}` ne comporte chacun qu'un caractère, on peut écrire rapidement `$\frac` *num den*`$` pour obtenir le même résultat.
On peut imposer la taille des caractères avec la commande `$\displaystyle\frac{a}{b}$` ou `$\dfrac{a}{b}$` ou [13] pour agrandir leur taille ou la commande `$\tfrac{a}{b}$` ou `$\scriptstyle\frac{a}{b}$` pour la diminuer, comme l'indiquent les deux tableaux ci-dessous :

$\frac{a}{b}$	`$\frac{a}{b}$`
	`$\tfrac{a}{b}$`
	`\[\tfrac{a}{b}\]`

$\frac{a}{b}$	`\[\frac{a}{b}\]`
	`$\dfrac{a}{b}$`
	`\[\dfrac{a}{b}\]`

$$\frac{1}{3}+\frac{1}{6}=\frac{1}{2}$$

```
$\dfrac{1}{3}+\dfrac{1}{6}=\dfrac{1}{2}$
```

$t=1{,}09^{\frac{1}{9}}-1$ `$t=1{,}09^{\tfrac{1}{9}}-1$`

On peut écrire des fractions dans des fractions :

$$\frac{1}{1+\frac{1}{x^2}}$$ `\dfrac{1}{1+\dfrac{1}{x^2}}`

Des espaces peuvent être placées pour agrandir le trait de fraction :

$$\frac{1}{x+2}$$ `$\dfrac{1}{~x+2~}$`

Enfin, on peut utiliser une grande barre oblique : `$3/4$` donne $3/4$ et `$3\Big/4$` donne $3\Big/4$.

Voyez aussi le paragraphe 10.3.2, page 98, une macro pour écrire autrement des fractions.

7.3.5 Radicaux

La racine carrée de x est saisie par `$\sqrt{x}$`; la racine n-ième de x est produite par `$\sqrt[n]{x}$`.

$$\sqrt{49}=7 \qquad \sqrt{1+\sqrt{2}} \qquad \sqrt{2\,x+1}$$
$$\sqrt{a}+\sqrt{b}\neq\sqrt{a+b} \qquad \sqrt[3]{64}=4 \qquad \sqrt[6]{2}=2^{\frac{1}{6}}$$
$$\sqrt{2\,013\times\sqrt{2\,014\times 2\,016+1}+1}$$

```
$\sqrt{49}=7$    $\sqrt{1+\sqrt{2}}$
$\sqrt{2\,x+1}$
$\sqrt{a}+\sqrt{b}\neq\sqrt{a+b}$
$\sqrt[3]{64}=4$
$\sqrt[6]{2}=2^{\frac{1}{6}}$
$\sqrt{2\,013\times\sqrt{2\,014\times 2\,016+1}+1}$
```

$\sqrt{1-\frac{3}{x^2}}$ se code `$\sqrt{1-\dfrac{3}{x^2}}$`.

Le symbole seul $\surd$ est obtenu avec `$\surd$` .

7.3.6 Fonctions usuelles

arg cos exp lim ln log max min sin tan

`$\arg$ $\cos$ ... $\tan$`

$$\sin(2x)=2\cos x\sin x \qquad \cos(2x)=\cos^2 x-1$$

```
$\sin(2x) = 2 \cos x \sin x$
$\cos(2x) = \cos^2 x - 1$
```

7.3.7 Dérivées

On utilise la commande `^\prime` ou `'`.

$$(u\cdot v)'=u'\cdot v+u\cdot v'$$

```
$\(u \cdot v)'= u' \cdot v + u\cdot v'$
```

`$f'(x)=(x^2)^\prime=2\,x$` donne :
$f'(x)=(x^2)'=2\,x$

Pour la dérivée seconde de f, on utilise deux apostrophes et non pas le guillemet anglais : `$f''$` donne f'' tandis que `$f"$` donne $f"$.

7.3.8 Limites, intégrales, sommes et produits

7.3.8.1 Symboles et utilisation

`$\lim$`	$\lim$	`$\int$`	$\int$
`$\sum$`	$\sum$	`$\prod$`	$\prod$

En mode « en ligne » :

$\sum_{k=1}^{n}\frac{1}{k^2}$	$\lim_{n\to+\infty}u_n$
$\int_1^2\frac{1}{t^2}\mathrm{d}t$	$\prod_{k=1}^{n}\ f(k)$

```
$\sum_{k=1}^n \frac{1}{k^2}$
$\int_{1}^2 \frac{1}{t^2}{\rm d}t$
$\lim_{n \to +\infty}u_n$
$\prod_{k=1}^n\ f(k)$
```

En mode « hors ligne » :

$$\sum_{k=1}^{n}\frac{1}{k^2} \quad \int_1^2\frac{1}{t^2}\,\mathrm{d}t \quad \lim_{n\to+\infty}u_n \quad \prod_{k=1}^{n}\ f(k)$$

[12]. Voir aussi sur ce point page 99.
[13]. La première est un raccourci de la seconde.

```
\[\sum_{k=1}^n \frac{1}{k^2}\] ...
```

Avec la commande \displaystyle :

La somme $\displaystyle\sum_{k=1}^{n} \frac{1}{k\,(k+1)}$ est égale à $\frac{n}{n+1}$.

```
La somme $\displaystyle{\sum_{k=1}^n%
\frac{1}{k\,(k+1)}}$ est ...
```

7.3.8.2 Placement des « limites »

Les styles \displaystyle, \scriptstyle, ... déterminent, entre autres, la taille des symboles, leur espacement et la place des indices et exposants. On contrôle indépendamment le placement des « limites » avec \limits et \nolimits.

Comparons ainsi :

$\sum_a^b$ $\int_a^b$ $\displaystyle\sum_a^b$ $\displaystyle\int_a^b$ $\displaystyle\sum\nolimits_a^b$ $\displaystyle\int\nolimits_a^b$ $\sum\limits_a^b$ $\int\limits_a^b$

```
$\sum_a^b$     $\int_a^b$
$\displaystyle \sum_a^b$
     $\displaystyle \int_a^b$
$\displaystyle \sum\nolimits_a^b$
     $\displaystyle \int\nolimits_a^b$
$\sum\limits_a^b$     $\int\limits_a^b$
```

En mode texte :

$\sum_{i=1}^n f(i)$ $\displaystyle\sum_{i=1}^n f(i)$ $\sum\limits_{i=1}^n f(i)$

```
$\sum_{i=1}^n f(i)$
$\displaystyle\sum_{i=1}^n f(i)$
$\displaystyle\sum\nolimits_{i=1}^n f(i)$
```

Cela s'applique aussi pour le produit \prod, $\prod$.

7.3.9 Vecteurs

La syntaxe est \overrightarrow{*vect*} [14] ou bien \vec{*vect*}.

$\overrightarrow{\mathrm{AB}}$ $\vec{u}$

```
$\overrightarrow{\mathrm{AB}}$   $\vec{u}$
```

Lorsque l'écriture du vecteur a deux lettres, il vaut mieux utiliser la première syntaxe pour éviter un $\vec{AB}$!

7.3.10 Valeur absolue et norme

La valeur absolue d'un nombre est obtenue avec | (éventuellement avec \vert [15]).

$$|x_\mathrm{B} - x_\mathrm{A}| = 2$$

```
$|x_\mathrm{B}-x_\mathrm{A}|=2$
$\vert x_\mathrm{B}-x_\mathrm{A} \vert = 2$
```

(14). Littéralement : « flèche au-dessus orientée à droite ».
(15). Seul | est un délimiteur extensible avec l'expression.

La norme d'un vecteur est obtenue avec \| (éventuellement avec \Vert).

$\|\overrightarrow{AM}\| = 1 \Leftrightarrow M \in \mathcal{C}(A\,;1)$ $\left\|\overrightarrow{AB}\right\| = 2$

```
$\|\overrightarrow{AM}\| = 1 ... $
$\left\|\overrightarrow{AB}\right\|=2$
```

7.3.11 Complexes

7.3.11.1 Réels et imaginaires

On pourra écrire $\text{Re }z$ pour Re z.

Dans l'écriture anglo-saxonne, $\Re z$ et $\Im z$ sont donnés respectivement par $\Re z$ et $\Im z$.

7.3.11.2 Conjugué

Le conjugué $\overline{z}$ de z s'obtient avec la commande [16] $\overline{z}$.

$\overline{1+4\,\mathrm{i}}$ $\overline{1+4\,\mathrm{i}}$

```
$\overline{1+4\,\mathrm{i}}$
```

7.3.12 Matrices

7.3.12.1 Matrices usuelles

L'utilisateur dispose de deux moyens pour écrire une matrice.

La première utilise l'extension amsmath, qui permet de définir des matrices avec des encadrements différents (entre parenthèses, crochets, etc.).

{matrix} : matrice sans délimitateur ;
{pmatrix} : matrice entre parenthèses (...) ;
{vmatrix} : matrice entre barres |...| ;
{Vmatrix} : matrice entre doubles barres ||...|| ;
{bmatrix} : matrice entre crochets [...] ;
{Bmatrix} : matrice entre accolades {...}.

$\begin{matrix} a & b \\ c & d \end{matrix}$ $\begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}$ $\begin{vmatrix} a & b \\ c & d \end{vmatrix}$ $\begin{Vmatrix} a & b \\ c & d \end{Vmatrix}$ $\begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix}$ $\begin{Bmatrix} a & b \\ c & d \end{Bmatrix}$

```
$\begin{matrix} a&b\\ c&d \end{matrix}$
$\begin{pmatrix} a&b\\ c&d \end{pmatrix}$
$\begin{vmatrix} a&b\\ c&d \end{vmatrix}$
$\begin{Vmatrix} a&b\\ c&d \end{Vmatrix}$
$\begin{bmatrix} a&b\\ c&d \end{bmatrix}$
$\begin{Bmatrix} a&b\\ c&d \end{Bmatrix}$
```

La seconde utilise les délimiteurs (voir la section 7.4) et l'extension array qui travaille sur les tableaux

(16). Celle-ci est à préférer à $\bar{z}$, qui donne aussi $\bar{z}$, surtout pour écrire le conjugué d'un nombre complexe donné. En effet, $\bar{1+4\,\mathrm{i}}$ donne $1+\bar{4}\,\mathrm{i}$, ce qui n'est pas très heureux.

mathématiques (voir la section 8.17, page 86).

De plus, les coordonnées vectorielles tout comme les cœfficients binomiaux peuvent être affichés comme une matrice à 1 colonne [17] :

$\binom{n}{p}$ `$\begin{pmatrix} n \\ p \end{pmatrix}$`

Par ailleurs, la transposée ${}^tA$ de la matrice A se code `${}^t A$`.

7.3.12.2 Matrices « bordées »

On peut aussi écrire une matrice associée. Voici par exemple celle qui correspond au graphe probabiliste donné page 144.

$$M = \begin{array}{c} \\ A \\ B \\ C \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{ccc} A & B & C \end{array} \\ \begin{pmatrix} 0{,}6 & 0{,}1 & 0{,}3 \\ 0{,}2 & 0{,}6 & 0{,}2 \\ 0{,}35 & 0{,}05 & 0{,}6 \end{pmatrix} \end{array}$$

```
$M=\bordermatrix{
&A&B&C\cr
A&0,6 & 0,1 & 0,3\cr
B&0,2 & 0,6 & 0,2\cr
C&0,35 & 0,05 & 0,6\cr
}$
```

7.3.12.3 Espacement vertical

Si l'on écrit des nombres fractionnaires, le résultat n'est pas forcément heureux :

$$\begin{pmatrix} \frac{1}{2} & \frac{1}{3} \\ \frac{1}{4} & \frac{1}{5} \end{pmatrix}$$

Voilà deux méthodes pour améliorer la présentation.

1. La hauteur des lignes est gérée par la commande `\arraystretch`, qui gère un facteur d'espacement (1 par défaut). On le redéfinit.

$$\begin{pmatrix} \frac{1}{2} & \frac{1}{3} \\ \frac{1}{4} & \frac{1}{5} \end{pmatrix}$$

```
\renewcommand{\arraystretch}{2.2}
$\begin{pmatrix}
\dfrac{1}{2} & \dfrac{1}{3} \\
\dfrac{1}{4} & \dfrac{1}{5} \\
\renewcommand{\arraystretch}{1}
```

ou encore

```
{\renewcommand{\arraystretch}{2.2}
$\begin{pmatrix}
\dfrac{1}{2} & \dfrac{1}{3} \\
\dfrac{1}{4} & \dfrac{1}{5} \\
\end{pmatrix}$}
```

2. On augmente l'interligne.

$$\begin{pmatrix} \frac{1}{2} & \frac{1}{3} \\ \frac{1}{4} & \frac{1}{5} \end{pmatrix}$$

```
$\begin{pmatrix}
\dfrac{1}{2} & \dfrac{1}{3} \\[3mm]
\dfrac{1}{4} & \dfrac{1}{5} \\
\end{pmatrix}$
```

7.3.13 Systèmes

On utilise l'environnement `cases`. Il produit une accolade verticale à gauche (par défaut) et l'intérieur (c'est-à-dire les équations) se gère comme dans une matrice avec des & et des \\.

$$|x| = \begin{cases} -x & \text{si } x \text{ est négatif} \\ x & \text{si } x \text{ est positif (ou nul)} \end{cases}$$

```
$|x|=
\begin{cases}
-x & \text{si $x$ est négatif} \\
x  & \text{si $x$ est positif (ou nul)}
\end{cases}$
```

$$\begin{cases} 2x + 13y = 43 \\ \\ 3x - y = 3 \end{cases}$$

```
$\begin{cases}
2x+13y=43 \\[0.5cm]
3x-y=3
\end{cases}$
```

$$\begin{cases} x = -2 + t \\ y = 3 - t \qquad (t \in \mathbb{R}) \\ z = 4 + 5t \end{cases}$$

```
$\begin{cases}
~x = -2 + t \\
~y = 3 - t\\
~z = 4 + 5t
\end{cases}%
(t \in \mathbb{R})$
```

D'autres exemples sont donnés au paragraphe 8.17.2, page 86 via des tableaux.

(17). Voir aussi le paragraphe 8.17.4, page 87.

7.3.14 Parallèles et perpendiculaires

$D \perp D'$ se code `$D \perp D'$` ou `$D \bot D'$` [18] .

Pour écrire le fait que les droites D et D' sont parallèles, il y a plusieurs possibilités [19], au goût du lecteur :

$D // D'$	`$D//D'$`
$D \mathbin{/\!/} D'$	`$D\ //\ D'$`
$D \mathbin{/\!/} D'$	`$D\ /\!/\ D'$`
$D \parallel D'$	`$D \parallel D'$`

7.3.15 Ensemble de nombres entiers

L'ensemble des entiers de 1 à n, noté souvent avec une paire de doubles crochets $[\![1\,;n]\!]$, peut se coder `$[\![1\,;n]\!]$`. [20]

7.3.16 Probabilités

$A \cup B$	`$A \cup B$`
$A \cap B = \varnothing$	`$A \cap B = \varnothing$`
$\complement A$	`$\complement A$`
$\overline{A}$	`$\overline{A}$`
$\mathrm{P}(A) = 0{,}15$	`$\mathrm{P}(A)=0,15$`
$\mathrm{P}_B(A) = 0{,}5$	`$\mathrm{P}_B(A)=0,5$`
$A \setminus B$	`$A \setminus B$`

$p(A \cap B) = p(A) \times p_A(B)$

```
$p(A\cap B)=p(A)\times p_A(B)$
```

$\displaystyle\binom{n}{p}$ `$\displaystyle\binom{n}{p}$`

$p(B) = p(A) \times p_A(B) + p(\overline{A}) \times p_{\overline{A}}(B)$

```
$p(B)=p(A)\times p_A(B)+%
p(\overline{A})\times p_{\overline{A}}(B)$
```

7.3.17 Arithmétique

$a \equiv b \mod n$	`$a \equiv b \mod n$`
$a \equiv b \pmod n$	`$a \equiv b \pmod n$`
$a \equiv b \pod n$	`$a \equiv b \pod n$`
$a \equiv b \bmod n$	`$a \equiv b \bmod n$`

[18]. Seul `\perp` des deux est un symbole relationnel.

[19]. Petit jeu avec les espaces !

[20]. C'est l'une des nombreuses possibilités. Celle-ci joue sur l'espace négative entre les deux paires de crochets. Il y a aussi, par exemple, le package `mathabx` qui donne des crochets plus marqués avec la saisie de `$\ldbrack 1\,;n \rdbrack$`. Néanmoins l'appel de ce package transforme certains signes mathématiques, comme □, `$\square$`.

7.3.18 « tel que »

`\mid` est la relation « tel que ».

$\{x \in A \mid A \neq 0\}$ se code
`$\{x \in A \mid A \neq 0\}$`

7.3.19 Accents en mode mathématique

7.3.19.1 En général

$\hat{a}$	`$\hat{a}$`	$\bar{a}$	`$\bar{a}$`
$\vec{a}$	`$\vec{a}$`	$\dot{a}$	`$\dot{a}$`

7.3.19.2 Cas de i et j

Lorsqu'elles reçoivent un symbole, les lettres i et j doivent perdre leur point. Dans ce cas, on utilise `$\imath$` et `$\jmath$` pour écrire $\imath$ et $\jmath$: les vecteurs $\vec{\imath}$ et $\vec{\jmath}$ sont alors donnés par `$\vec{\imath}$` et `$\vec{\jmath}$`.

7.3.20 Pointillés

Ils sont en nombre de quatre, ils sont utilisés (essentiellement) pour décrire une matrice, une somme ou un produit et un système d'équations.

`\ldots`	$\ldots$	horizontaux sur la ligne de base
`\cdots`	$\cdots$	horizontaux centrés
`\vdots`	$\vdots$	verticaux
`\ddots`	$\ddots$	diagonaux

$$n\,\overline{x} = x_1 + x_2 + \cdots + x_n$$

```
$n\,\overline{x}=x_1+x_2+\cdots+x_n$
```

$$I = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \ddots & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

```
$I=\begin{pmatrix}
1 & 0 & 0 \\
0 & \ddots & 0\\
0 & 0 & 1\\
\end{pmatrix} $
```

7.3.21 Des blancs et des crochets

Dans le cas des intervalles, il y a un blanc avec le crochet ouvrant : `$]-5;+8]$` et `$]+5;+8]$` donnent respectivement $]-5;+8]$ et $]+5;+8]$.
On écrit donc entre accolades le signe après ce crochet : `$]{-}5;+8]$` donne $]{-}5;+8]$.
On peut aussi placer une espace fine entre le 5 et le point-virgule [21] : `$]{-}5\,;+8]$` donne $]{-}5\,;+8]$.

[21]. Comme le demande la typographie !

7.4 Délimiteurs

7.4.1 Délimiteurs classiques (, {, ...

La différence entre les écritures $(x+\frac{1}{2})$ et $\left(x+\frac{1}{2}\right)$ est que la hauteur des parenthèses dans l'expression de droite est ajustée à l'écriture de la fraction.

La hauteur de symboles comme les parenthèses ou les valeurs absolues peut être ajustée : on fait précéder le symbole de gauche de `\left` et celui de droite de `\right` .

Il y a six [22] paires de délimiteurs : ( ), | |, ‖ ‖, [ ], { } et ⌊ ⌋ [23] .

$$\left(x+\frac{1}{2}\right) \qquad \left|\frac{1}{2}+\frac{\sqrt{3}}{2}\,\mathrm{i}\right| \qquad \left\|\frac{1}{3}\,\vec{u}\right\|$$
$$\left[\frac{1}{3},+\infty\right[\qquad \left\{-\frac{b}{2a}\right\} \qquad \left\lfloor x+\frac{1}{2}\right\rfloor$$

```
$\left(x+\dfrac{1}{2}\right)$
$\left|\dfrac{12}+
   \dfrac{\sqrt{3}}{2}\,\mathrm{i}\right|$
$\left\|\dfrac{1}{3}\,\vec{u}\right\|$
$\left[\dfrac{1}{3},+\infty\right[$
$\left\{-\dfrac{b}{2a}\right\}$
$\left\lfloor x+\dfrac12\right\rfloor$
```

Il est *obligatoire* de faire suivre `\left` de `\right`. Si l'on ne veut qu'un délimiteur à gauche [24] , on fait suivre la commande `\right` d'un point [25] . En revanche, les symboles de gauche et de droite peuvent être différents.

Les instructions `\lbrace` et `\rbrace` sont respectivement équivalentes à `\{` et `\}`.

Les instructions `\lbrack` et `\rbrack` sont respectivement équivalentes à `[` et `]`.

Enfin, comparez les écritures $(x^2)^3$ et $\left(x^2\right)^3$.

```
$(x^2)^3$
$\left(x^2\right)^3$
```

7.4.2 Délimiteurs \big, ...

Dans certains cas, il est nécessaire d'indiquer la taille exacte des délimiteurs mathématiques à la main. On peut alors utiliser les commandes `\big`, `\Big`, `\bigg` et `\Bigg` comme préfixes des commandes qui impriment les délimiteurs :

(22). Usuelles dans le Secondaire.
(23). Symboles utilisés pour la « partie entière ».
(24). Comme c'est le cas pour un système.
(25). Nous verrons un exemple au paragraphe 8.17.2.

$$\big(\Big(\bigg(\Bigg(\big\} \Big\} \bigg\} \Bigg\} \big\| \Big\| \bigg\| \Bigg\|$$

```
\big( \Big( \bigg (\Bigg(
\big\} \Big\} \bigg\} \Bigg\}
\big\| \Big\| \bigg\| \Bigg\|
```

$$\Big((x+1)(x-1)\Big)^2$$

```
$\Big((x+1)(x-1)\Big)^2$
```

7.4.3 Avec \delimiterfactor

La hauteur d'un délimiteur peut vous paraître trop petite. Cela se corrige avec `\delimiterfactor`.

La valeur par défaut de ce paramètre est 901 ; si l'on lui donne la nouvelle valeur *val*, la hauteur du délimiteur est multipliée par *val* /901.

$2\left(x^2-(x-3)^2\right)$ ← « sans »

$2\left(x^2-(x-3)^2\right)$ ← « avec »

```
$2\left(x^2-(x-3)^2\right)$

$\delimiterfactor=1200
2\left(x^2-(x-3)^2\right)$
```

7.5 Symboles extensibles

7.5.1 Angle, vecteur, barre, ...

Il y a des symboles extensibles, autant que souhaité.

$\underline{AB}$ `$\underline{AB}$`

$\overline{AB}$ `$\overline{AB}$`

Il existe la commande `$\bar` : `$\bar{x}$` et `$\bar{E}$` donnent respectivement $\bar{x}$ et $\bar{E}$ (que l'on pourra comparer à $\overline{x}$ et $\overline{E}$ obtenus avec `\overline`).

$\overrightarrow{AB}$ `$\overrightarrow{AB}$`

Pour une lettre, on peut choisir $\vec{u}$ (`$\vec{u}$`) ou $\overrightarrow{u}$ (`$\overrightarrow{u}$`).

$\widehat{ABC}$ `$\widehat{ABC}$`

Pour obtenir $\widehat{ABC}$, on écrit `$\widehat{ABC}$`.

$\overset{\displaystyle\frown}{AB}$ `$\overset{\displaystyle\frown}{AB}$`

L'insertion de la commande `\displaystyle` permet d'afficher le symbole ⌢ dans sa taille normale. On peut aussi utiliser l'une des deux macros données page 98.

Il existe aussi la commande \overarc du package arcs : $\overarc{AB}$ donne $\overarc{AB}$.

$\overset{\curvearrowright}{AB}$ $\overset{\curvearrowright}{AB}$

On peut aussi utiliser la macro donnée page 98.

7.5.2 Accolades horizontales

On peut utiliser de tels symboles pour expliquer un calcul :

$$\underbrace{\cos^2 x+\sin^2 x}_{=1}+\overbrace{2\cos x\sin x}^{=\sin 2x}=1+\sin 2x$$

```
$\underbrace{\cos^2x+\sin^2x}_{=1}
+\overbrace{2\cos x\sin x}^{=\sin 2x}+...$
```

Toutefois, il peut y avoir des présentations peu esthétiques comme $\left(\overbrace{AB^2+BC^2}^{AC^2}\right)$, obtenue avec

```
$\left(\overbrace{AB^2+BC^2}^{AC^2}\right)$.
```

On utilise alors la méthode suivante, utilisant les commandes \big, \Big, \bigg, \Bigg (par ordre croissant).

On obtient $\big(\overbrace{AB^2+BC^2}^{AC^2}\big)$ avec le code

```
$\big(\overbrace{AB^2+BC^2}^{AC^2}\big)$.
```

7.5.3 Empilement : écriture de limite

Pour un résultat avec une limite, on peut utiliser le « double fléchage » :

$$\lim_{n\to+\infty} u_n=\ell \Leftrightarrow u_n \xrightarrow[n\to+\infty]{} \ell$$

```
$... u_n \xrightarrow[n\to+\infty]{} \ell $
```

La commande \substack permet d'écrire plusieurs lignes en indices (ou en exposant), qui sont délimitées par \\ :

$$\lim_{\substack{x\to 0\\ x>0}} \ln x=-\infty$$

```
$\lim_{\substack{x \to 0\\ x > 0}}...
```

7.5.4 Empilement : commande \stackrel

On utilise cette commande pour empiler un premier argument au-dessus d'un second, ce dernier étant sur la ligne de base.

$$A \stackrel{\text{def}}{=} a^2$$

```
$ A \stackrel{ \text{def} }{=} a^2 $
```

Il y a aussi les deux commandes
\overset{*expr1*}{*expr2*}
(resp. \underset{*expr1*}{*expr2*})
qui placent *expr1* au-dessus (resp. au-dessous) de *expr2*.

$$A \overset{\text{def}}{=} a^2$$

```
$A\overset{\text{def}}{=}a^2$
```

7.6 Mise en valeur

7.6.1 Encadrement d'une formule

Pour encadrer une formule ou un résultat *dans un environnement mathématique*, on utilise \boxed{...}.

$$z=x+\mathrm{i}y, \quad \boxed{\mathrm{i}^2=-1}$$

```
$z=x+\mathrm{i}y,
\quad \boxed{\mathrm{i}^2=-1}$
```

Il y a un moyen d'avoir un encadrement horizontal plus grand.

blabla $\boxed{f(x)=\int_0^{\pi}\cos x\,\mathrm{d}x=0}$ blabla

```
{\setlength{\mathsurround}{20pt}
blabla \fbox{$ f(x)=\int_0^{\pi}
\cos x\,\mathrm{d}x=0 $} blabla}
```

On peut aussi garder l'instruction \fbox qui permet d'encadrer une formule [26] pour pouvoir colorier un résultat :

Donc $\colorbox{yellow}{$f(x)=3\cos(2\,x)$}$

```
Donc \colorbox{yellow}{$f(x)=3\cos(2\,x)$}
```

7.6.2 Gras

7.6.2.1 Avec \boldmath

Pour écrire les formules en gras, on les écrit entre \boldmath et \unboldmath.

$$\boldsymbol{x=\sqrt{2}}$$

```
\boldmath $x = \sqrt{2}$ \unboldmath
```

7.6.2.2 Avec \mathversion

Il y a aussi la possibilité d'utiliser [27]
\mathversion{bold} :

$$\boldsymbol{y(x)=\cos x+x^2}$$

(26). Attention à la place des $ et des { } !
(27). Attention à la place des $ et des { } !

```
{\mathversion{bold}$f(x)=\cos x + x^2$}
```

Le lecteur remarquera que l'instruction `\mathversion{bold}$f(x)=\cos x + x^2$` a été saisie entre accolades, pour bien signifier que seul le texte $f(x) = \cos x + x^2$ doit être mis en gras.

Si ces accolades ne sont pas écrites, on utilise la commande `\mathversion{normal}` pour obtenir un retour « à la normale » dans la suite du texte :

Une formule importante : $\displaystyle\sum_{i=0}^{n} i$

et une formule moins importante : $\displaystyle\sum_{i=0}^{n} i^3$.

```
Une formule importante :
\mathversion{bold}
$\displaystyle\sum_{i=0}^n i$

et une formule moins importante :
\mathversion{normal}
$\displaystyle\sum_{i=0}^n i^3$
```

7.6.2.3 Avec \boldsymbol

Il y a encore la possibilité d'utiliser `\boldsymbol` de l'extension `amsmath` :

$\boldsymbol{f(x)=3\,x^2-1}$

```
$\boldsymbol{f(x)=3\,x^2-1}$
```

7.6.2.4 Avec l'extension bm

Il y a enfin la possibilité d'utiliser la commande `\bm` de l'extension `bm` :

$\bm{f(x)=3\,x^2-1}$ est obtenu avec

```
$\bm{f(x)=3\,x^2-1}$
```

En composant la somme des entiers donnée précédemment par la commande `$\bm` (autrement dit en saisissant `$\bm{\displaystyle\sum_{i=0}^n i}$`), on obtient $\bm{\displaystyle\sum_{i=0}^{n} i}$.

7.6.3 Polices mathématiques

Dans le mode mathématique, les commandes de changement de police sont différentes de celles utilisées en mode texte. Pour mettre une portion de *texte* dans un des styles usuels du mode *texte*, il y a :

`\mathrm{`*texte*`}`	romaine	$\mathrm{x} = \sqrt{2} \quad \mathrm{A} \in \Gamma$
`\mathit{`*texte*`}`	italique	$x = \sqrt{2} \quad A \in \Gamma$
`\mathtt{`*texte*`}`	télétype	$\mathtt{x} = \sqrt{2} \quad \mathtt{A} \in \Gamma$
`\mathbf{`*texte*`}`	gras	$\mathbf{x} = \sqrt{2} \quad \mathbf{A} \in \mathbf{\Gamma}$
`\mathsf{`*texte*`}`	sans-serif	$\mathsf{x} = \sqrt{2} \quad \mathsf{A} \in \mathsf{\Gamma}$

Le texte `x=\sqrt{2} \quad A \in \Gamma` a été pris en exemple pour les différentes commandes.

À comparer avec le rendu de ce même texte, obtenu d'abord en environnement mathématique usuel et ensuite avec « `boldmath` » :
$x = \sqrt{2} \quad A \in \Gamma$ $\qquad\qquad$ $\boldsymbol{x = \sqrt{2} \quad A \in \Gamma}$

```
\boldmath$x=\sqrt{2} %
\quad A \in \Gamma$\unboldmath
```

7.6.4 Lettres calligraphiées

Cette sous-section permet d'obtenir l'écriture des ensembles de réels [28] ou d'ensembles de points (comme une droite, par exemple).

`\mathbb{...}`	$\mathbb{A}\ \mathbb{B}\ \mathbb{C}$
`\mathcal{...}`	$\mathcal{A}\ \mathcal{B}\ \mathcal{C}$
`\mathscr{...}`	$\mathscr{A}\ \mathscr{B}\ \mathscr{C}$
`\mathfrak{...}`	$\mathfrak{A}\ \mathfrak{B}\ \mathfrak{C}\ \mathfrak{a}\ \mathfrak{b}\ \mathfrak{c}\ 1\ 2\ 3$
`\mathnormal{...}`	$\mathnormal{A\ B\ C\ a\ b\ c}\ 1\ 2\ 3$

$\mathbb{D}$	`$\mathbb{D}$`	$\mathcal{D}$	`$\mathcal{D}$`
$\mathscr{D}$	`$\mathscr{D}$`	$\mathfrak{D}$	`$\mathfrak{D}$`

7.6.5 Barré

Pour barrer un texte dans un environnement mathématique, on utilise `\cancel{`*texte*`}`. L'extension `cancel` est à placer dans le préambule.

$$x^2 - \cancel{x} + \cancel{x} + 1 = x^2 - 1$$

```
$x^2-\cancel{x}+\cancel{x}-1=x^2-1$
```

$$\cancel{A} + \bcancel{B} + \xcancel{C} = 0$$

```
$\cancel{A}+\bcancel{B}+\xcancel{C}$
```

7.6.6 Fantômes

Les fantômes sont invisibles mais permettent des ajustements intéressants. La commande `\phantom` permet de générer un espace blanc de la même longueur que son argument, autrement dit de permet de réserver de l'espace pour des caractères invisibles. Cela peut être utile comme le montrent les exemples suivants :

C_7^{13} à comparer à C_{7}^{13}

```
$\textrm{C}^{13}_{\phantom{1}7}$
$\textrm{C}^{13}_{7}$
```

Le petit chaperon se promène.

```
Le petit chaperon \phantom{rouge} se promène.
```

(28). L'I. G. préfère toutefois $\mathbf{R}$ à $\mathbb{R}$.

On peut ainsi l'utiliser dans des alignements verticaux d'équations [29] ou d'expressions :

$$x^2 = 3x - 2 \iff x^2 - 3x + 2 = 0$$
$$\iff (x-1)(x-2) = 0$$

```
$x^2=3x-2 \iff x^2-3x+2=0$\par
$\phantom{x^2=3x-2} \iff (x-1)(x-2)=0$
```

$$f(x) = \left\{ \begin{array}{ll} x^2 - 24 & -5 \leqslant x < -2 \\ x + 2 & -2 \leqslant x < 3 \end{array} \right.$$

```
$f(x)=\left\{\begin{array}{%
l @{\qquad} r @{~\leqslant x <~} l}
 x^2-24 & -5  & -2\\
 x+2 & -2  & \phantom{-}3
 \end{array}\right.$
```

Le fantôme a servi à aligner le 2 et le 3 (sinon le 3 aurait été sous le –).

Un autre exemple est celui de l'alignement des radicaux :

$$\sqrt{x} + \sqrt{X} + \sqrt{x}$$

```
$\sqrt{x} + \sqrt{X} + \sqrt{\vphantom{X}x}$
```

La différence est fine... entre les premier et troisième radicaux mais l'on constate que la composition des deux radicaux de droite est plus homogène (ils sont alignés en haut) et donc visuellement plus satisfaisante.

Ou encore, pour compléter la relation de Chasles :

```
$\overrightarrow{AC}=\overrightarrow{%
\underline{\phantom{A}}B}+\overrightarrow{%
\underline{\phantom{AB}}}$
```

$$\overrightarrow{AC} = \overrightarrow{\underline{}B} + \overrightarrow{\underline{}}$$

7.7 Présentation d'une équation

7.7.1 Numérotation d'une formule

Une équation numérotée (et écrite en mode `\displaymath`) est encadrée par :

`\begin{equation}` et `\end{equation}`

$$x^3 - x - 1 = 0 \tag{7.1}$$

```
\begin{equation} x^3-x-1=0 \end{equation}
```

Numéroter les lignes permet de faire référence à telle ou telle équation à l'aide de la macro `\label` [30] .

Soit a, b et c des réels (avec $a \neq 0$). On définit le réel Δ par $\Delta = b^2 - 4ac$.
Soit l'équation

$$a\,x^2 + b\,x + c = 0 \tag{7.2}$$

L'équation (7.2) a pour solution...

```
Soit $a$, ... $\Delta=b^2-4ac$. \par
Soit l'équation
\begin{equation}
a\,x^2+b\,x+c=0 \label{eq:SD}
\end{equation}
L'équation~\eqref{eq:SD} a pour solution...
```

Pour imposer à la numération des formules de suivre celle des sections (et non celle des chapitres), il faut écrire `\numberwithin{equation}{section}` dans le préambule.

En plaçant dans les options de classes de document (`\documentclass`) l'option `fleqn`, les formules mathématiques sont placées à gauche (au lieu de les centrer) ; avec l'option `leqno`, les formules mathématiques sont centrées et les numéros sont placés à gauche.

7.7.2 Équations sur plusieurs lignes

Lorsque l'on mène un calcul, il peut être utile de placer une suite d'égalités (ou d'inégalités, équivalences, ...) [31] sur plusieurs lignes en alignant les symboles de relation. Voici *quelques* environnements pouvant aider à une telle présentation.

7.7.2.1 L'environnement `eqnarray`

On utilise l'environnement `eqnarray` ou sa forme étoilée `eqnarray*` dont la structure est la suivante :

```
\begin{eqnarray}
Ligne 1 \\
Ligne 2 \\ ...
\end{eqnarray}
```

Chaque ligne a une structure de la forme :
Partie gauche & *Partie centrale* & *Partie droite*

- La *partie gauche* est alignée à droite ;
- la *partie centrale*, contenant la plupart du temps un signe $=$ ou $>$ ou $\geqslant$ ou ..., est centrée (!) ;
- la *partie droite* est alignée à gauche.

(29). Pour ce qui est des équations, je renvoie le lecteur au paragraphe suivant. L'avantage de l'utilisation d'un fantôme ici est de pouvoir coller le texte sur la marge de gauche.

(30). Voir la section 6.4, page 56.

(31). Même si le membre de gauche est vide !

`eqnarray` numérote les lignes, contrairement à `eqnarray*`. Toutefois, on peut supprimer la numérotation sur une ligne particulière en écrivant la commande `\nonumber` à la fin de la ligne concernée, avant la contre-oblique `\\`.

$$\begin{aligned}(3+2\,\mathrm{i})^2 &= 3^2+2\times 3\times 2\,\mathrm{i}+(2\,\mathrm{i})^2 &(7.3)\\ &= 9+12\,\mathrm{i}-4 &(7.4)\\ &= 5+12\,\mathrm{i} &(7.5)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}(3+2\,\mathrm{i})^2 &= 3^2+2\times 3\times 2\,\mathrm{i}+(2\,\mathrm{i})^2\\ &= 9+12\,\mathrm{i}-4\\ &= 5+12\,\mathrm{i} &(7.6)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}(3+2\,\mathrm{i})^2 &= 3^2+2\times 3\times 2\,\mathrm{i}+(2\,\mathrm{i})^2\\ &= 9+12\,\mathrm{i}-4\\ &= 5+12\,\mathrm{i}\end{aligned}$$

```
\begin{eqnarray}
(3 + 2\,\mathrm{i})^2 & = &
3^2 + 2 \times ... ^2 \\
& = & 9 + 12\,\mathrm{i} - 4 \\
& = & 5 + 12\,\mathrm{i}
\end{eqnarray}
```

```
\begin{eqnarray}
(3 + 2\,\mathrm{i})^2 & = &
3^2 + 2 \times ... ^2 \nonumber\\
& = & 9 + 12\,\mathrm{i} - 4 \nonumber\\
& = & 5 + 12\,\mathrm{i}
\end{eqnarray}
```

```
\begin{eqnarray*}
(3 + 2\,\mathrm{i})^2 & = &
3^2 + 2 \times ... ^2 \\
& = & 9 + 12\,\mathrm{i} - 4 \\
& = & 5 + 12\,\mathrm{i}
\end{eqnarray*}
```

On peut changer l'espacement vertical ajouté entre deux lignes avec la commande `\jot` :

$$\begin{aligned}x &= 1+2\\ &= 3\end{aligned}$$

```
{\setlength{\jot}{0.35cm}
\begin{eqnarray*}
x&=&1+2\\&=&3
\end{eqnarray*}}
```

7.7.2.2 L'environnement `align`

On a les mêmes présentations des équations avec l'environnement `align` ou sa forme étoilée `align*` et la commande `\notag`. Les espaces autour du signe d'(in)égalité sont réduites.

La structure est :

Partie gauche & *Partie droite*

Le signe « = », qui est présent dans chaque ligne, sera donc écrit dans la partie droite.

$$\begin{aligned}(3+2\,\mathrm{i})^2 &= 3^2+2\times 3\times 2\,\mathrm{i}+(2\,\mathrm{i})^2\\ &= 9+12\,\mathrm{i}-4\\ &= 5+12\,\mathrm{i}\end{aligned}$$

```
\begin{align*}
(3 + 2\,\mathrm{i})^2 &= 3^2 + 2 ...  \\
& = 9 + ...
\end{align*}
```

Enfin, à la page 88, se trouve un autre code source de cette présentation utilisant un tableau mathématique (`array`).

Essentiellement, `align(*)` permet l'alignement de groupes multiples d'(in)équations :

$$\begin{aligned}a &= 1 & b &= 2 & c &> 3\\ a' &= 3 & b' &= 0 & c' &< -2\end{aligned}$$

```
\begin{align*}
a&=1 & b&=2 & c&>3\\
a'&=3 & b'&=0 & c'& <-2
\end{align*}
```

7.7.2.3 L'environnement `split`

L'environnement `split` a une syntaxe semblable à celle d'un tableau car on détermine l'alignement avec un *unique* caractère & par ligne (qui est souvent placé avant le symbole de relation) et le passage d'une ligne à l'autre par la commande `\\`.

$$\begin{aligned}(3+2\,\mathrm{i})^2 &= 3^2+2\times 3\times 2\,\mathrm{i}+(2\,\mathrm{i})^2\\ &= 9+12\,\mathrm{i}-4\\ &= 5+12\,\mathrm{i}\end{aligned} \qquad (7.7)$$

```
\begin{equation}
\begin{split}
(3 + 2\,\mathrm{i})^2
& = 3^2 + ... + (2\,\mathrm{i})^2 \\
& = 9 + 12\,\mathrm{i} - 4 \\
& = 5 + 12\,\mathrm{i}
```

```
\end{split}
\end{equation}
```

La numérotation des formules est centrée verticalement (du bloc de formules). La version étoilée `equation*` supprime la numérotation des formules.

7.7.3 Insertion d'un commentaire avec la commande \intertext

Cette commande s'applique avec `align(*)`. Le texte écrit avec `\intertext` est collé sur la marge de gauche et n'est pas centré.

```
\begin{align*}
(3 + 2\,\mathrm{i})^2
&= 3^2 + 2 \times 3 \times 2\,\mathrm{i} + (2\,\mathrm{i})^2 \\
\intertext{\%
Le terme $(2\,\mathrm{i})^2$ vaut ...  -4$.}
&= 9 + 12\,\mathrm{i} -4 \\
&= 5 + 12\,\mathrm{i}
\end{align*}
```

$$(3 + 2\,\mathrm{i})^2 = 3^2 + 2 \times 3 \times 2\,\mathrm{i} + (2\,\mathrm{i})^2$$

Le terme $(2\,\mathrm{i})^2$ vaut $2^2 \times \mathrm{i}^2 = 4 \times (-1) = -4$.

$$\begin{aligned} &= 9 + 12\,\mathrm{i} - 4 \\ &= 5 + 12\,\mathrm{i} \end{aligned}$$

7.7.4 Formule trop longue

Quand une formule est trop longue pour être écrite sur une seule ligne, on peut l'écrire, sans alignement, sur plusieurs lignes grâce à l'environnement `multline` (ou `multline*` sans numérotation d'équation).

Les changements de ligne sont indiqués dans le source à l'endroit voulu par `\\`. La première ligne est alignée à gauche, la dernière ligne, alignées à droite et toutes les lignes intermédiaires, centrées.

$$\begin{aligned} (2x-1)^8 = {} & 256\,x^8 - 1\,024\,x^7 \\ & + 1\,792\,x^6 - 1\,792\,x^5 \\ & + 1\,120\,x^4 - 448\,x^3 \\ & + 112\,x^2 - 16\,x + 1 \end{aligned} \tag{7.8}$$

```
\begin{multline}
(2x-1)^8=256\,x^8-1\,024\,x^7\\
+1\,792\,x^6-1\,792\,x^5\\
+1\,120\,x^4-448\,x^3\\+112\,x^2-16\,x+1
\end{multline}
```

7.8 Définir ses propres commandes

7.8.1 La commande \ensuremath

Pour provoquer l'utilisation d'une expression aussi bien en mode texte qu'en mode mathématique, on utilise la commande `\ensuremath`.
Par exemple, la macro [32]

```
\newcommand{\ER}{\ensuremath{\mathbb{R}}}
```

affiche le symbole $\mathbb{R}$ dans un environnement mathématique [33], même en mode texte [34] .

$\mathbb{R}$ est l'ensemble...
$\forall y \in \mathbb{R}$

```
\ER{} est l'ensemble\dots\par
$\forall y \in \ER$
```

De la même façon [35] ,

```
\newcommand{\Degre}{\ensuremath{^\circ}}
```

(à l'aide de `$\circ$`, $\circ$, mis en exposant) permet d'écrire correctement le symbole « degre » [36] , que l'on soit en mode texte ou en mode mathématique.

• la température vaut 30° à 16 h
• $\cos\alpha = 0{,}5$ donc $\alpha = 60°$

```
la température vaut 30\Degre\ à 16~h
$\cos\alpha=0,5$ donc $\alpha=60\Degre$
```

7.8.2 La commande \DeclareMathOperator

Cette commande permet de créer de nouveaux opérateurs (donc non déjà définis). C'est en fait un raccourci pratique pour composer les opérateurs.
La syntaxe est :

`\DeclareMathOperator{\`*commande*`}{`*texte*`}`

où *commande* est le nom de la commande et texte est le texte qui sera affiché en romain.

Par exemple, si l'on préfère écrire le sinus hyperbolique sous sa forme traditionnelle `sh` plutôt que sous la forme proposée par LaTeX sinh (obtenue avec `\sinh`) [37] , on déclare dans le préambule :

(32). `ER` comme « Ensemble de Réels » ; je présente une macro `\R` pour les racines plus loin... Deux macros différentes ne peuvent pas avoir le même nom ! Voir la notion de macros au chapitre 10.
(33). Ceci dit, les règles typographiques demandent d'employer plutôt l'écriture en gras $\mathbf{R}$ (`$\mathbf{R}$`).
(34). Les accolades qui suivent `\ER` imposent une espace.
(35). LaTeX est sensible à la casse. La commande `\degre` est déjà définie mais pas `\Degre`...
(36). A comparer avec `$\degres$`, qui donne °.
(37). $\forall\, x \in \mathbb{R}$, $\mathrm{sh}\, x = \dfrac{\mathrm{e}^x - \mathrm{e}^{-x}}{2}$

```
\DeclareMathOperator{\sh}{sh}
```

La saisie de `$\sh x$` donnera bien sh x.

On pourra aussi remplacer le gcd anglo-saxon par un PGCD obtenu à l'aide de `\DeclareMathOperator{\PGCD}{PGCD}`.

La saisie de `\PGCD(x,y)` donnera PGCD(x,y).

Enfin, on pourra placer déclarer dans le préambule :

```
\DeclareMathOperator{\e}{e}
```

pour écrire correctement le symbole de l'exponentielle, e.

7.8.3 Utilisation de \renewcommand

7.8.3.1 Principe

La commande `\renewcommand` permet de redéfinir des commandes LaTeX déjà existantes.

7.8.3.2 Un « raccourci clavier »

En écrivant dans le préambule

```
\renewcommand{\be}{\begin{enumerate}}
\renewcommand{\ee}{\end{enumerate}}
```

on pourra désormais remplacer la saisie

```
\begin{enumerate}
\item choix 1 \item choix 2
\end{enumerate}
```

par la saisie

```
\be \item choix 1 \item choix 2 \ee
```

7.8.3.3 Redéfinir des commandes existantes

Si l'on veut définir à nouveau une commande prédéfinie, on utilise la commande :

```
\renewcommand{\comm}{\operatorname{texte}}
```

Par exemple, on peut redéfinir $\mathbb{C}$ [38] : au lieu d'écrire à chaque fois `\mathbb{C}`, on écrit simplement `\C` après avoir écrit dans le préambule `\newcommand{\C}{\ensuremath{\mathbb{C}}}`.

Enfin, on pourra remplacer le `gcd` anglo-saxon (par défaut) par un PGCD obtenu à l'aide de `\renewcommand{\gcd}{\text{PGCD}}` ou encore de `\renewcommand{\gcd}{\mathrm{PGCD}}`.

La saisie de `\gcd(x,y)` donnera PGCD(x,y).

(38). Que les règles typographiques en vigueur demandent pourtant d'écrire $\mathbf{C}$ (« C gras »), comme $\mathbf{N}$ ou $\mathbf{R}$...

7.8.4 Utilisation de \xspace

Supposons que nous ayons la macro `\newcommand\IP{imaginaires purs}`.

En saisissant `L'axe des \IP est...`, on obtient :

L'axe des imaginaires pursest...

On voit que l'espace entre la macro et le texte la suivant est supprimée.

Si l'on saisit `\newcommand\IP{imaginaires purs }`, on obtient bien

L'axe des imaginaires purs est...

Mais `est situé sur l'axe des \IP.` donne

est situé sur l'axe des imaginaires purs .

On voit que l'espace entre la macro et le point final est conservée.

La bonne solution est d'utiliser un `\xspace` du package `xspace` : le `\xspace` va détecter lors de la compilation si une espace doit être ajoutée ou pas à la fin de la macro. On saisira donc :

```
\newcommand\IP{imaginaires purs\xspace}
```

7.9 Pose d'une opération : xlop

L'extension `xlop` permet de réaliser des calculs arithmétiques.

Grâce à cette extension, les opérations peuvent être « posées » ou « écrites en ligne » comme à l'école. On peut, de plus, contrôler aussi de nombreux paramètres de l'affichage. Par exemple, l'addition $356+78$ posée ci-dessous est obtenue simplement par `\opadd{356}{78}`.

$$\begin{array}{r} {\scriptstyle 1\,1} \\ 3\,5\,6 \\ +\;\;7\,8 \\ \hline 4\,3\,4 \end{array} \qquad \begin{array}{r} {\scriptstyle 1\,1} \\ 4\bullet{,}8\bullet \\ +\bullet\,7\,5 \\ \hline 1\bullet{,}3\,9 \end{array} \qquad \begin{array}{r|l} 3\,6 & 2\,4 \\ \cline{2-2} -\,\underline{2\,4} & 1{,}5 \\ 1\,2\,0 & \\ -\,\underline{1\,2\,0} & \\ 0 & \end{array}$$

Je renvoie le lecteur intéressé à [45].

7.10 Lettres et symboles

Parmi tous les symboles disponibles par LaTeX, voici ceux qui sont utilisés dans l'enseignement secondaire et utiles dans nos documents. [39]

Tous les symboles présentés sont écrits dans un environnement mathématique (entre $).

(39). Le lecteur pourra s'essayer à leur emploi dans les exercices donnés pages 177 et suivantes...

7.10.1 Le symbole €

Le symbole de l'euro peut être obtenu à l'aide du package `eurosym` qui fournit les commandes suivantes :

- `\euro{}` pour obtenir €;
- `\EUR{7}` pour obtenir 7€ [40] .

Attention ! `$\euro{}$` et `$\EUR{}$` donnent e. Pour obtenir « 1 € » dans un environnement mathématique, on écrira donc `$1~\text{\euro}$` ou bien `$\text{\EUR{1}}$`.

7.10.2 Un utilitaire

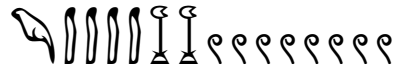
Je signale, à tout hasard, l'existence de `detexify` [113]. Le principe est de retrouver l'écriture de saisie d'un symbole en le dessinant dans la fenêtre de gauche : plusieurs possibilités s'offrent dans une fenêtre de droite. Il est alors précisé si la saisie est en mode texte ou en mode mathématique et, le cas échéant, le package nécessaire.

7.10.3 Numérations antiques

Dans cette section, il n'y a pas besoin de $ (d'ailleurs inexistant dans ces temps antiques !).

Considérons le nombre 142 800.

Il s'écrivait chez les Égyptiens, au temps des pyramides :



Il s'écrivait en Chine antique [41] :

一十四万二千八百

Je renvoie le lecteur intéressé à [63], document qui utilise – entre autres – des fontes permettant d'utiliser des fontes mayas, cunéiformes et de dessiner des hiéroglyphes pour illustrer les numérations antiques. Il utilise en particulier les packages `hieroglf`, `mathbx` [42] et `akkadian`.

Pour ce qui est des caractères chinois, l'installation des extensions est plutôt technique. Il vaut donc mieux insérer des images de chiffres [43] récupérées sur l'e-toile.

(40). Remarquez qu'il y a une espace fine entre 7 et € dans 7€ (`\EUR{7}`) et une espace insécable dans 7 € (`7~\euro{}`).
(41). Soit « [1 (fois) 10 (et) 4] (fois) 10 000 (et) 2 (fois) 1 000 (et) 8 (fois) 100 ». Les nombres sont décomposés toutes les quatre puissances de 10. Voir, pour plus d'information sur la numération chinoise :
`http://www.apmep.asso.fr/IMG/pdf/Numeration_Site.pdf` .
(42). Ce package offre trois séries de symboles mais rentre en conflit entre les packages qui définissent la même commande, notamment `amsmath`.
(43). N'hésitez pas à me demander les images des nombres chinois au format `eps`.

7.10.4 Lettres grecques

7.10.4.1 De l'alpha à l'oméga

Elles sont obtenues [44] en faisant précéder leur nom d'une contre-oblique : `$\alpha$` donnera α, `$\beta$`, β, et ainsi de suite, à part le omicron, obtenu avec un « o » [45] . Certaines lettres ont une variante.

Les lettres grecques identiques aux lettres latines ne sont pas définies : le α majuscule est identique au A, le β majuscule, au B, etc. ; les autres sont obtenues en écrivant leur nom avec leur initiale en majuscule.

α	`\alpha`	β	`\beta`	γ	`\gamma`
δ	`\delta`	ϵ	`\epsilon`	ε	`\varepsilon`
ζ	`\zeta`	η	`\eta`	θ	`\theta`
ϑ	`\vartheta`	ι	`\iota`	κ	`\kappa`
$\varkappa$	`\varkappa`	λ	`\lambda`	μ	`\mu`
ν	`\nu`	ξ	`\xi`	π	`\pi`
ϖ	`\varpi`	ϱ	`\varrho`	ρ	`\rho`
σ	`\sigma`	ς	`\varsigma`	τ	`\tau`
υ	`\upsilon`	ϕ	`\phi`	φ	`\varphi`
χ	`\chi`	ψ	`\psi`	ω	`\omega`
Γ	`\Gamma`	Δ	`\Delta`	Θ	`\Theta`
Λ	`\Lambda`	Ξ	`\Xi`	Π	`\Pi`
Υ	`\Upsilon`	Φ	`\Phi`	Ψ	`\Psi`
Ω	`\Omega`				

TABLE 7.1 – Lettres grecques

$$P(X \leqslant x) = \Phi\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)$$

```
$P(X\leqslant x)=
\Phi\left(\dfrac{x-\mu}{\sigma}\right)$
```

7.10.4.2 Majuscules en italiques

Pour avoir les majuscules grecques en italique – comme, en général, les lettres (grecques comprises) – en mode mathématique, il faut utiliser la macro `\mathit` ou la macro `\mit` : `$\mathit{\Gamma}$` donne $\mathit{\Gamma}$, alors que `$\Gamma$` donne Γ.

7.10.5 Symboles mathématiques

Une table des symboles utilisés dans nos cours de trouve page suivante.

(44). Il est rare d'utiliser toutes ces lettres ! Mais j'ai voulu être exhaustif sur ce point.
(45). La macro `\omicron` n'existe donc pas.

D'autres exemples d'écritures mathématiques se trouvent dans le chapitre suivant, paragraphe 8.17.

Humour mathématique... (1)

Un oiseau est une bête à ailes donc

$$\text{OISEAU} = \beta\,\text{L}$$

On a donc

$$\frac{\text{CHEVAL}}{\text{OISEAU}} = \frac{\text{CHEVAL}}{\beta\,\text{L}}$$

Donc, après simplification par L, on a :

$$\frac{\text{CHEVAL}}{\text{OISEAU}} = \frac{\text{CHEVA}}{\beta}$$

Or la multiplication est commutative donc

$$\text{CHEVA} = \text{VACHE}$$

On a donc

$$\frac{\text{CHEVAL}}{\text{OISEAU}} = \frac{\text{VACHE}}{\beta}$$

Or la vache est une bête à pis donc

$$\text{VACHE} = \beta\,\pi$$

On a donc

$$\frac{\text{CHEVAL}}{\text{OISEAU}} = \frac{\beta\,\pi}{\beta}$$

En simplifiant par β, on obtient : $\boxed{\dfrac{\text{CHEVAL}}{\text{OISEAU}} = \pi}$

Et une poule, c'est une bête à œufs...

Humour mathématique... (2)

Nous avons expliqué : $\lim\limits_{\substack{x \to 8 \\ x > 8}} \dfrac{1}{x-8} = +\infty$

Sur le même modèle, que pouvez-vous dire de la valeur de $\lim\limits_{\substack{x \to 3 \\ x > 3}} \dfrac{1}{x-3}$?

Réponse d'un élève : $\lim\limits_{\substack{x \to 3 \\ x > 3}} \dfrac{1}{x-3} = +\omega$

Relations binaires (46)

$=$	`=`	$\neq$	`\neq,\notin`
$<$	`<`	$>$	`>`
$\leqslant$	`\leqslant`	$\geqslant$	`\geqslant`
$\approx$	`\approx`	$\equiv$	`\equiv`
$\subset$	`\subset`	$\supset$	`\supset`
$\in$	`\in`	$\ni$	`\ni`
$\notin$	`\notin`	$\mid$	`\mid, \vert`
$\parallel$	`\parallel, \Vert`	$\perp$	`\perp, \bot`

Opérateurs binaires

$+$	`+`	$-$	`-`
$\times$	`\times`	$\cdot$	`\cdot`
$\div$	`\div`	$\pm$	`\pm`
$\textasciicircum$	`\textasciicircum`	$\wedge$	`^{\wedge}`
$\cap$	`\cap`	$\cup$	`\cup`

Opérateurs n–aires

$\sum$	`\sum`	$\prod$	`\prod`
$\int$	`\int`		

Points de suspension

$\ldots$	`\ldots`	$\cdots$	`\cdots`
$\vdots$	`\vdots`	$\ddots$	`\ddots`

Flèches

$\nearrow$	`\nearrow`	$\nwarrow$	`\nwarrow`
$\searrow$	`\searrow`	$\swarrow$	`\swarrow`
$\uparrow$	`\uparrow`	$\downarrow$	`\downarrow`
$\leftarrow$	`\leftarrow`	$\rightarrow$	`\rightarrow`
$\updownarrow$	`\updownarrow`	$\Updownarrow$	`\Updownarrow`
$\mapsto$	`\mapsto`	$\longmapsto$	`\longmapsto`
$\circlearrowleft$	`\circlearrowleft`	$\circlearrowright$	`\circlearrowright`
$\curvearrowleft$	`\curvearrowleft`	$\curvearrowright$	`\curvearrowright`
$\to$	`\to`	$\gets$	`\gets`
$\Leftarrow$	`\Leftarrow`	$\Rightarrow$	`\Rightarrow`
$\nLeftarrow$	`\nLeftarrow`	$\nRightarrow$	`\nRightarrow`
$\Uparrow$	`\Uparrow`	$\Downarrow$	`\Downarrow`
$\Longleftarrow$	`\Longleftarrow`	$\Longrightarrow$	`\Longrightarrow`
$\Leftrightarrow$	`\Leftrightarrow`	$\nLeftrightarrow$	`\nLeftrightarrow`
$\iff$	`\iff`	$\Longleftrightarrow$	`\Longleftrightarrow`

Caractères particuliers

$\imath$	`\imath`	$\jmath$	`\jmath`
∞	`\infty`	ℓ	`\ell`
$'$	`'`	$\prime$	`\prime`

Divers

$\diamondsuit$	`\diamondsuit`	$\clubsuit$	`\clubsuit`
$\heartsuit$	`\heartsuit`	$\spadesuit$	`\spadesuit`
$\circ$	`\circ`	$\bullet$	`\bullet`
$\square$	`\square`	$\blacksquare$	`\blacksquare`
$\setminus$	`\setminus`	$\surd$	`\surd`
$\smallsetminus$	`\smallsetminus`	$\backslash$	`\backslash`
$\varnothing$	`\varnothing`	$\emptyset$	`\emptyset`
$\exists$	`\exists`	$\forall$	`\forall`
$\neg$	`\neg`	$\complement$	`\complement`
$\Box$	`\Box`	$\boxtimes$	`\boxtimes`
$\lozenge$	`\lozenge`	$\blacklozenge$	`\blacklozenge`
$\star$	`\star`	$\bigstar$	`\bigstar`
$\diamond$	`\diamond`	$\ast$	`\ast`
$\triangle$	`\triangle`	$\bigcirc$	`\bigcirc`
$\oplus$	`\oplus`	$\bigoplus$	`\bigoplus`
$\otimes$	`\otimes`	$\bigotimes$	`\bigotimes`
$\boxtimes$	`\boxtimes`	$\boxplus$	`\boxplus`
$\odot$	`\odot`	$\bigodot$	`\bigodot`
$\triangleright$	`\triangleright`	$\blacktriangleright$	`\blacktriangleright`
$\circledast$	`\circledast`	$\checkmark$	`\checkmark`
$\therefore$	`\therefore`	$\because$	`\because`

Délimiteurs

$($	`(`	$)$	`)`
$[$	`[, \lbrack`	$]$	`], \rbrack`
$\{$	`\{, \lbrace`	$\}$	`\}, \rbrace`
$\lvert$	`\lvert`	$\rvert$	`\rvert`
$/$	`/`	$\backslash$	`\backslash`
$\langle$	`\langle`	$\rangle$	`\rangle`
$\lfloor$	`\lfloor`	$\rfloor$	`\rfloor`

TABLE 7.2 – Symboles utilisés dans nos cours

(46). La négation de ces relations est obtenue en préfixant ces commandes par `\not`. Par exemple, $\notin$ est obtenu avec `\notin`.

Chapitre 8

Tableaux

8.1 Tableaux « de base »

8.1.1 Structure... et aide-mémoire

La structure est la suivante :

```
\begin{tabular}[opt]{motif}
col 1 & col 2 & ... & col n \\ % lig 1
col 1 & col 2 & ... & col n \\ % lig 2 ...
\end{tabular}
```

Une ligne finit par une double contre-oblique \\ et, sur une ligne, les contenus des colonnes sont séparés par une esperluette &.

Le *motif* est la façon de composer chaque colonne (texte centré, aligné à gauche, ...).

`l`	texte de la colonne sur la gauche
`r`	texte de la colonne sur la droite
`c`	texte centré dans la colonne
`p{`ℓ`}`	colonne de largeur ℓ
`|`	trait vertical entre 2 colonnes
`@{`a`}`	suppléant a de l'espace inter colonnes

8.1.2 Un travail sans filet

Candidat	Note N	Résultat
François	9,7	Refusé
Gilbert	18,7	Admis
Jean	12,3	Admis

```
\begin{tabular}{l c r}
Candidat & Note $N$ & Résultat \\
François & 9,7 & Refusé\\
Gilbert & 18,7 & Admis \\
Jean & 12,3 & Admis \\
\end{tabular}
```

La saisie `{lcr}` convient aussi bien. Les espaces dans le motif n'induisent pas des espaces dans le tableau.

8.1.3 Répétition de colonnes

Si n colonnes (ou groupes de colonnes) de même type *col* se suivent, on peut se servir du raccourci `*{`n`}{`*col*`}` :

`cccc` équivaut à `*{4}{c}` .
`|r|r|r|r|r|` équivaut à `|*{5}{r|}` .

Rang	1	2	3	4	5
Candidat	2	84	15	23	1

```
\begin{tabular}{l*{5}{c}}
Rang & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\
Candidat & 2 & 84 & 15 & 23 & 1 \\
\end{tabular}
```

8.1.4 Fin de ligne

1. En temps normal :
   - fin de ligne dans une cellule avec `\newline` ;
   - fin de ligne du tableau avec `\newline` ou \\.
2. Avec (1) `\raggedright`, `\centering` ou `\raggedleft` :
   - fin de ligne dans une cellule avec \\ ;
   - fin de ligne du tableau avec (impérativement) `\tabularnewline`.

8.1.5 Position du tableau par rapport au texte

Par défaut, le tableau est centré sur la ligne de base. Avec `t` pour *opt*, on aura un alignement du sommet du tableau sur la ligne de base et avec `b`, un alignement de la base du tableau.

Réponses : $\begin{array}{cc} 1 & 2 \\ \text{Carré} & \text{Cercle} \end{array}$

```
Réponses : \begin{tabular}{cc} 1...
```

Réponses : $\begin{array}{cc} 1 & 2 \\ \text{Carré} & \text{Cercle} \end{array}$

```
Réponses : \begin{tabular}[b]{cc} 1...
```

Réponses : $\begin{array}{cc} 1 & 2 \\ \text{Carré} & \text{Cercle} \end{array}$

```
Réponses : \begin{tabular}[t]{cc} 1...
```

(1). Ces commandes seront détaillées au paragraphe 8.3.2.

8.2 Lignes horizontales

8.2.1 Avec des lignes horizontales entières

`\hline` trace une ligne horizontale couvrant toutes les colonnes du tableau.

Candidat	Note N	Résultat
François	9,7	Refusé
Gilbert	18,7	Admis
Jean	12,3	Admis

```
\begin{tabular}{l || c | r}
Candidat & Note $N$ & Résultat \\ \hline
François & 9,7 & Refusé\\ ...
```

8.2.2 Double ligne horizontale

La première ligne indiquant le contenu des colonnes peut être séparé des lignes suivantes par une double ligne horizontale.

Candidat	Note	Résultat
François	9,7	Refusé
Gilbert	18,7	Admis
Jean	12,3	Admis

```
\begin{tabular}{|l|c|r|}
\hline
Candidat & Note & Résultat \\ \hline \hline
François & 9,7 & Refusé\\ \hline ...
```

8.2.3 Bordure horizontale partielle

`\cline{`m`-`n`}` trace une ligne horizontale couvrant les colonnes m et n du tableau.

Décimal	(Base 10)	37
Binaire	(Base 2)	100101
Hexadécimal	(Base 16)	25

```
\begin{tabular}{|r|r|r|}
\hline
Décimal & (Base 10) & 37 \\
\cline{2-3}
Binaire & ...
```

8.3 Fixer la largeur

8.3.1 Commande p{*largeur*}

`p{`*largeur*`}` dans les descripteurs de colonne permet de fixer la largeur d'une colonne. Attention, dans ce cas, par défaut, le texte est aligné à gauche. De plus, la longueur imposée est celle du *texte* dans la colonne.

centré	largeur de la colonne fixée à 4 cm	centré

```
\begin{tabular}{|c|p{4cm}|c|}
     \hline
     centré & largeur ... & centré \\
      \hline
  \end{tabular}
```

La longueur n'est pas forcément donnée en centimètres (ou en pouces !) mais comme une fraction de la longueur allouée à l'environnement dans lequel se trouve le texte [2] . En particulier, `\textwidth` est la largeur allouée au texte dans l'ensemble du document et `\linewidth` est la largeur de la ligne courante.

A	B

```
\begin{tabular}{%
|p{0.25\linewidth}|p{0.35\textwidth}|}
\hline A&B\\ \hline
\end{tabular}
```

La colonne de gauche occupe 25 % de l'espace horizontal disponible (« `0.25\linewidth` ») et la colonne de droite, 35 %.

On peut remplacer `p{4cm}` par `b{4cm}` ou par `m{4cm}` pour obtenir respectivement :

centré	largeur de la colonne fixée à 4 cm	centré

centré	largeur de la colonne fixée à 4 cm	centré

Verticalement, les cellules des *autres* colonnes seront respectivement alignées en bas et centrées par rapport aux cellules de cette colonne.

(`b` et `m` nécessitent l'appel de l'extension `array`.)

8.3.2 Alignement : `\centering`, ...

Pour contourner le problème de l'alignement sur la gauche avec la commande `p{...}`, il existe trois commandes :

- `\raggedright` pour aligner à gauche [3] ;
- `\centering` pour centrer ;
- `\raggedleft` pour aligner à droite.

Début	14 h 25
Fin	15 h 32

(2). Texte « classique », texte écrit sur deux colonnes, texte dans une liste, ...

(3). « Ragged right » : littéralement « en lambeau à droite ». Le texte est bien placé à gauche...

```
\begin{tabular}{|c|>{\raggedleft}m{2cm}|}
   \hline
   Début & 14 h 25 \tabularnewline
    \hline
   Fin & 15 h 32 \tabularnewline
   \hline
\end{tabular}
```

Elève	Note
Jean	12,3
François	9,7
Gilbert	18,7

```
\begin{tabular}{|>{\centering}p{2cm}|r|}
\hline
Elève& Note\tabularnewline
\hline
Jean& 12,3  \tabularnewline \hline
François & 9,7\tabularnewline \hline
Gilbert& 18,7\\
\hline
\end{tabular}
```

\\ est redéfini par `tabular` et les commandes de position dans la colonne et ne peut plus être utilisé dans une colonne. Le problème est contourné avec l'utilisation de `\tabularnewline` à sa place.

Toutefois, la commande `\arraybackslash` permet d'utiliser \\ pour changer de ligne de tableau :

Elève	Note
Jean	12,3
François	9,7
Gilbert	18,7

```
\begin{tabular}{%
|>{\centering\arraybackslash}p{2cm}|r|}
\hline
Elève& Note\\
\hline
Jean& 12,3  \\ ...
```

Enfin, s'il n'y a qu'une seule cellule qui doit être centrée, on y utilise `\centering` devant le texte.

Elève	Note
Jean	12,3
François	9,7
Gilbert	18,7

```
\begin{tabular}{|p{2cm}|r|}
\hline
\centering Elève & Note\\ \hline
Jean & 12,3  \\ \hline ...
\end{center}
```

8.4 Cellules multicolonnes et multilignes

8.4.1 Cellules multicolonnes

La syntaxe de la commande est

`\multicolumn{`*nbcol*`}{`*motif*`}{`*texte*`}`

où *nbcol* est le nombre de colonnes à fusionner.

Cette commande est (surtout) utile pour composer les titres (hauts de colonne) d'un tableau. Il faut veiller toutefois à bien spécifier les filets verticaux dans les motifs : il est écrit ici, dans l'exemple ci-dessous, `|c|` et non `c`.

Cellule 1	
Cellule 2	Cellule 3

```
\begin{tabular}{|c|c|}
\hline
\multicolumn{2}{|c|}{Cellule 1} \\ \hline
Cellule 2 & Cellule 3 \\
\hline
\end{tabular}
```

	Note	Résultat
Jean	12,3	Admis
François	9,7	Refusé
Gilbert	18,7	Admis

```
\begin{tabular}{|l|c|r|}
\cline{2-3}
\multicolumn{1}{c|}{} & Note & Résultat \\
\hline
Jean & 12,3 & Admis \\ \hline
François & 9,7 & Refusé\\
\hline ...
\end{tabular}
```

Cette commande permet de répondre au problème suivant : comment avoir un texte centré dans une colonne de largeur 2 cm ? Nous avons vu en effet que la commande `p{...}` compose l'entrée de la colonne au fer à gauche. La cellule en question est transformée en une fusion d'une colonne !

Elève	Note
Jean	12,3
François	9,7
Gilbert	18,7

```
\begin{tabular}{|p{2cm}|r|}
\hline
\multicolumn{1}{|c|}{Elève} & Note\\
\hline
\multicolumn{1}{|c|}{Jean} & 12,3  \\
\hline
\multicolumn{1}{|c|}{François} & ...
```

8.4.2 Cellules multilignes

Si l'on veut fusionner des lignes, il faut avoir recours à l'extension `multirow` et donc ajouter `\usepackage{multirow}` dans le préambule.

La commande `\multirow` a pour syntaxe :

`\multirow{`*nblig*`}{`*larg*`}{`*texte*`}`

Avec le paramètre *larg*, on peut indiquer une largeur fixe si nécessaire ou une largeur adaptée au le contenu de la colonne en entrant simplement un astérisque (*).

Admis	Non redoub.
	Redoublant

```
\begin{tabular}{|c|c|}
\hline
\multirow{2}{*}{Admis} & Non redoub.\\
\cline{2-2}
   & Redoublant\\
\hline
\end{tabular}
```

Il peut y avoir des présentations peu heureuses. notamment dans l'utilisation conjointe de l'astérisque et de la la commande de largeur `p{...}` :

1	texte beaucoup, beaucoup trop long
2	

```
\begin{tabular}{|c|p{4cm}|}
\hline
1&\multirow{2}{*}{texte .. long}\\
\cline{1-1}
2&\\
\hline
\end{tabular}
```

Dans ce cas, il faut rappeler la largeur [(4)].

1	texte beaucoup,
2	beaucoup trop long

```
\begin{tabular}{|c|p{4cm}|}
\hline
1&\multirow{2}{4cm}{texte ... long}\\
\cline{1-1}
2&\\
\hline
\end{tabular}
```

(4). Mais il ne vaut mieux pas utiliser `\multirow` avec `p{...}`, `p{...}` et `b{...}` et se contenter de `l`, `c` et `r`.

8.5 Tableau et paragraphe

8.5.1 Texte en paragraphe sur plusieurs lignes

Voici un petit exemple de paragraphe sur plusieurs lignes entouré d'une bordure.

```
\begin{tabular}{|p{5cm}|}
\hline
Voici un petit exemple de paragraphe...\\
\hline
\end{tabular}
```

Ce code source est une possibilité pour réaliser cet encadrement. Toutefois, l'emploi d'une minipage encadrée est probablement plus appropriée. Je renvoie le lecteur à la page 42.

8.5.2 Revenir à la ligne

Lorsque la colonne n'a pas de largeur fixée (type `c`, `l` ou `r`), le texte est écrit sur une seule ligne, quitte à empiéter sur les marges et, voire, à sortir de la page.

Une première envie serait d'utiliser un `\\` pour revenir à la ligne (comme on pourrait le faire dans un texte) mais ce symbole est réservé pour marquer la fin d'une ligne dans un tableau : il y aura un problème si le tableau contient au moins deux colonnes.

Pour contourner ce problème, une solution est d'utiliser une colonne de largeur fixée (type `p`, `m` ou `b`) et la commande `\par` pour revenir à la ligne :

le petit chaperon rouge se promenait dans les bois pour aller voir sa mère-grand	le loup
(les gentils)	(le méchant)

```
\begin{tabular}{|p{5cm}|l|}
\hline
le petit ... bois\par pour ... -grand
&  le loup \\ \hline
(les gentils) & (le méchant)\\
\hline \end{tabular}
```

8.6 Style par défaut pour une colonne

8.6.1 L'instruction `>{commandes}`

Le chargement de l'extension `array` permet d'utiliser l'instruction `>{commandes}` en début de cellule et `<{commandes}`, en fin de cellule.

Dans le tableau suivant, tous les termes de la première colonne sont écrits en italiques et toutes les cellules de la dernière colonne contiennent le symbole €. Cette instruction évite donc celle de mettre en italique chacune des expressions dans cette colonne.

Article	Prix €
Article 1	12 €
Article 2	15 €

```
\begin{tabular}{>{\itshape}l r<{~\euro}}
Article & Prix\\ \hline
Article 1 & 12 \\ Article 2 & 15 \\
\end{tabular}
```

Dans le tableau suivant, tous les termes de la première colonne sont écrits en police « machine à écrire ».

`Jean`	12,3	Admis
`François`	9,7	Refusé
`Gilbert`	18,7	Admis

```
\begin{tabular}{>{\ttfamily}lcr} ...
```

L'instruction

```
\begin{tabular}{>$c<$ c c}
```

permet donc d'avoir trois colonnes centrées où la première est en mode mathématique et les deux dernières, en mode texte.

(1)	$\sum_{k=0}^{n} k$
(2)	$\sum_{k=0}^{n} k^2$

```
\begin{tabular}{c>$c<$}
\hline
(1)&\sum_{k=0}^{n}\ k \\ \hline
(2)&\sum_{k=0}^{n}\ k^2\\ \hline
\end{tabular}
```

Pour composer une formule mathématique centrée en style hors-texte, on remplace dans le source précédent « `>$c<$` » par « `>{$\displaystyle}c<{$}` ».

(1)	$\displaystyle\sum_{k=0}^{n} k$
(2)	$\displaystyle\sum_{k=0}^{n} k^2$

```
\begin{tabular}{c>{$\displaystyle}c<{$}}
\hline
(1)&\sum_{k=0}^{n} k \\ \hline
(2)&\sum_{k=0}^{n} k^2\\ \hline
\end{tabular}
```

8.6.2 L'instruction `\newcolumntype`

Si un type de colonne doit être utilisé plusieurs fois, on utilise l'environnement `array` qui permet de définir un type de colonne.

La commande `\newcolumntype{`*`car`*`}[`*`nb`*`]{`*`def`*`}` va être utilisée. Le caractère *`car`* est utilisé comme spécificateur de colonnes ; la façon dont la colonne doit être composée est indiquée par la chaîne *`def`*, celle-ci pouvant utiliser *`nb`* arguments.

Par exemple, on crée un type de colonne C dans laquelle tous les textes sont écrits en italique et en gras :

Jean	***12,3***	***Admis***
François	***9,7***	***Refusé***
Gilbert	***18,7***	***Admis***

```
\newcolumntype{C}{>{\itshape\bfseries}c}
\begin{tabular}{|l|C|C|}
\hline
Jean & 12,3 & Admis \\ \hline ...
```

Le source suivant permet d'écrire, dans la première colonne, large de 2 cm, du texte centré et, dans la seconde, des expressions mathématiques au format « hors texte » :

```
\newcolumntype{T}[1]{|>{\centering}m{2cm}|}
\newcolumntype{F}{|>{$\displaystyle}c<{$}|}
\begin{tabular}{TF}
\hline
Fonction&f(x) =\cos x
\tabularnewline\hline
Dérivée&f'(x)=-\sin x\\
\tabularnewline\hline
\end{tabular}
```

Fonction	$f(x) = \cos x$
Dérivée	$f'(x) = -\sin x$

Une nouvelle colonne peut être définie avec paramètre. Dans l'exemple suivant, le paramètre est la largeur de la colonne (dont le contenu est aligné à droite).

BLA-BLA	Bla-bla

```
\newcolumntype{L}[1]{>{\raggedleft}m{#1}}
\begin{tabular}{|L{2.5cm}|L{3.5cm}|}
\hline
BLA-BLA&Bla-bla
\tabularnewline\hline
\end{tabular}
```

On peut de même définir une colonne colorée (avec l'extension `colortbl`).

BLA-BLA	Bla-bla
BLA-BLA	Bla-bla

```
\newcolumntype{K}[1]{>{\columncolor{#1}}c}
\begin{tabular}{|K{red}|c|}
\hline
BLA-BLA&Bla-bla\tabularnewline\hline
BLA-BLA&Bla-bla\tabularnewline\hline
\end{tabular}
```

8.7 Agrandissement vertical

Comment améliorer la présentation de $\begin{array}{|c|c|}\hline \frac{\pi}{3} & \frac{\sqrt{3}}{2} \\ \hline \end{array}$?

8.7.1 La commande \arraystretch

On augmente l'interlignage avec la commande `\arraystretch` (par défaut, elle vaut 1).
L'effet obtenu est *global* : toutes les lignes seront affectées de la même façon.

$$\begin{array}{|c|c|}\hline \frac{\pi}{3} & \frac{\sqrt{3}}{2} \\ \hline \end{array}$$

```
\renewcommand{\arraystretch}{2.3}
\begin{tabular}{| c | c |}
\hline
$\dfrac{\pi}{3}$ & $\dfrac{\sqrt{3}}{2}$\\
\hline
\end{tabular}
```

Candidat	Note N	Résultat
François	9,7	Refusé
Gilbert	18,7	Admis
Jean	12,3	Admis

```
\renewcommand{\arraystretch}{2}
\begin{tabular}{ l || c | r }
Candidat & Note $N$ & Résultat \\ \hline
François & 9,7 & Refusé\\ ...
\end{tabular}
```

Remarque. Cette commande affecte aussi *tous* les tableaux qui la suivent. Par conséquent, si l'on veut qu'elle n'affecte qu'un seul tableau, il y a deux possibililtés :

- saisir `\renewcommand{\arraystretch}{1}` juste après le tableau ;
- placer la commande et le tableau dans un seul bloc délimité par `{}`.

8.7.2 Avec une boîte

La commande `arraystretch` ne permet pas de changer la hauteur d'une seule ligne. On utilise à cette fin la commande `\parbox` [5] .

Cell. A
Cell. B
Cell. C

```
\begin{tabular}{|c|}
\hline Cell. A\\ \hline
\parbox[c][2cm][c]{3cm}{%
\centering Cell. B}\\
\hline Cell. C\\ \hline
\end{tabular}
```

8.7.3 Avec l'insertion d'un filet

Un *filet* est une réglure de largeur nulle (donc invisible) ayant une certaine hauteur et une certaine profondeur. Il agit sur une seule ligne.

$$\begin{array}{|c|c|}\hline \frac{\pi}{3} & \frac{\sqrt{3}}{2} \\ \hline \end{array}$$

```
\begin{tabular}{| c | c |}
\hline
\rule[-2ex]{0pt}{6ex}
$\dfrac{\pi}{3}$ & $\dfrac{\sqrt{3}}{2}$\\
\hline
\end{tabular}
```

(Ici, le filet contribue [6] pour 4 ex $(6 + (-2))$ en hauteur et 2 ex en profondeur. La réglure est invisible car elle a pour largeur 0 pt.)

8.7.4 Éloignement vertical

On peut modifier l'espacement vertical entre deux lignes avec `\\[`*espace*`]` :

Article 1	3,00 €
Article 2	4,27 €
Total	7,27 €

```
\begin{tabular}{ l |  r}
Article 1 & \EUR{3,00} \\
Article 2 & \EUR{4,27}\\[0.5cm]
Total & \EUR{7,27} \\
\end{tabular}
```

(5). Définie §4.2.1, page 41
(6). La détermination des « bonnes » valeurs se fait par essais-erreurs...

8.8 Épaisseur des filets

8.8.1 Pour tout le tableau

Par défaut, l'épaisseur des filets est 0,4 pt. Pour que l'épaisseur de *tous* les filets du tableau soit égale à *ep*, on déclare avant le tableau :

\setlength{\arrayrulewidth}{*ep*}

Candidat	Note N	Résultat
François	9,7	Refusé
Gilbert	18,7	Admis
Jean	12,3	Admis

```
\setlength{\arrayrulewidth}{2pt}
\begin{tabular}{|l|c|r|}
\hline
Candidat & Note $N$ & Résultat ...
```

Cette instruction modifie l'épaisseur de des filets de *tous* les tableaux la suivant. Elle peut donc être mise dans le préambule si l'on veut qu'elle s'applique dans tout le document. Par contre, si elle ne doit agir que pour un tableau particulier, il faut encadrer le texte de saisie par des accolades {} [7] .

8.8.2 Pour quelques lignes ou quelques séparateurs de colonnes

Le début du source suivant – dont je ne détaillerai pas le contenu – (avec le package `array`) donne deux macros [8] permettant de créer respectivement une ligne et une séparation de colonne dessinées en trait plus épais. Pour ceux qui veulent se dispenser d'utiliser `cwpuzzle` présentant une grille 4×4 – mais qui s'adapte très bien à une grille 9×9. . .

1	2	3	4
5	6	7	8
9	0	A	B
C	D	E	F

```
\newcommand\Ehline{\noalign{%
\global\savedwidth%
\arrayrulewidth\global\arrayrulewidth 2pt}
\hline \noalign{%
\global\arrayrulewidth \savedwidth}}

\newcolumntype{E}{!{\vrule width 2pt}}
\newlength\savedwidth
\renewcommand{\arraystretch}{1.6}
\begin{tabular}{Ec|cEc|cE}
\Ehline
1 & 2 & 3 & 4\\ \hline
5 & 6 & 7 & 8\\ \Ehline
9 & 0 & A & B\\ \hline
C & D & E & F\\
\Ehline
\end{tabular}
```

8.9 On tourne !

8.9.1 Le contenu

Pour effectuer la rotation d'un texte (long) dans un tableau, on utilise \rotatebox{*angle*}{*texte*} où *angle* est en degrés :

Plan.	Durée
T	23 h 56
J	9 h 50

```
\begin{tabular}{cc}
\rotatebox{45}{Plan.}&
\rotatebox{45}{Durée}\\
T&23 h 56\\ J & 9 h 50\\
\end{tabular}
```

On peut aussi mettre le texte dans une boîte de taille nulle pour ne pas que soit élargie la colonne :

Plan.	Durée
T	23 h 56
J	9 h 50

```
\begin{tabular}{cc}
\makebox[0cm][l]{\rotatebox{45}{Plan.}}&
\makebox[0cm][l]{\rotatebox{45}{Durée}}\\
T&23 h 56\\ J & 9 h 50\\
\end{tabular}
```

8.9.2 Le contenant

On reprend cette même commande :

A	B
C	D

```
\rotatebox{20}{%
\begin{tabular}{|c|c|}
\hline A&B\\\hline C&D\\ \hline
\end{tabular}}
```

(7). Autrement dit : {\setlength{ ... \end{tabular}}.
(8). Voir cette notion au chapitre 10, page 97.

8.10 On scinde !

L'environnement `slashbox` permet de scinder en deux une cellule en deux selon la diagonale avec `\backslashbox{titre_col}{titre_lig}` :

x \ y	1	2
4	5	6

```
\begin{tabular}{|c|c|c|}
\hline
\backslashbox{$x$}{$y$}&1&2\\ \hline
4&5&6\\ \hline
\end{tabular}
```

Solide \ Car.	S	A	F	Euler
Tétraèdre	4	6	4	$4+4-6=2$
Cube	8	12	6	$8+6-12=2$

```
\begin{tabular}{|l|*{4}{c|}}
\hline
\backslashbox{Solide}{Car.}&S&A&F&Euler\\
\hline
Tétraèdre&4&6&4&$4+4-6=2$\\ \hline
Cube&8&12&6&$8+6-12=2$\\ \hline
\end{tabular}
```

8.11 On réduit !

Si l'on trouve trop grand un tableau, on le réduit avec la commande `\scalebox` de l'extension `graphicx`.

`\scalebox{coef}{objet}`

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26	27	28	29

```
\scalebox{0.8}{$\begin{array}{|*{10}{c|}}
\hline &1&2&3&4&5&6&7&8&9\\ ... \end{array}$}
```

8.12 On note !

Pour les notes de bas de page liées à des contenus dans un tableau, voir le paragraphe 6.2.4, page 55.

8.13 On décale (entre deux lignes) !

La commande `\multirow` accepte un argument facultatif qui permet de décaler verticalement, le texte des cellules fusionnées :

`\multirow{nblig}{larg}[décal]{texte}`

Cette commande permet donc de donner l'illusion d'écrire entre les lignes.

1	
↓ 2	doubler
4	doubler

```
\begin{tabular}{c|c|c}
\cline{2-2}
&1&\multirow{1}{*}[-1.5ex]{doubler}\\
\cline{2-2}
$\downarrow$&2&%
\multirow{1}{*}[-1.5ex]{doubler}\\
\cline{2-2}
&4& \\
\cline{2-2}
\end{tabular}
```

8.14 Des colonnes extensibles

8.14.1 L'extension `tabularx`

L'environnement propose une nouvelle déclaration de colonnes, X. X se transformera automatiquement en une colonne de la largeur adéquate.

Par exemple, `|X|c|X|l|` calculera d'abord l'espace propre aux colonnes 2 et 4 puis répartira de façon équitable l'espace restant entre les colonnes 1 et 3.

Voici comment obtenir le tableau suivant.

Un petit texte dans la première colonne.	1414	Un autre petit texte dans la dernière colonne.

```
\begin{tabularx}{0.9\linewidth}{|X|c|X|}
  \hline
  Un petit ... & 1414 & Un autre ... \\
  \hline
\end{tabularx}
```

Le tableau occupe 90 % de l'espace horizontal disponible (« `0.9\linewidth` »).
La deuxième colonne occupe sa largeur propre et les deux autres ont la même largeur.

x	0	0,75	1,5	10
$f(x)$	-1	0,5	2	19

```
\begin{tabularx}{0.8\linewidth}{|c|*{4}{X|}}
\hline $x$ & 0 & 0,75 & ...
```

Si l'on veut que la largeur du tableau soit égale à 5 cm, on saisit :

```
\begin{tabularx}{5cm}{|c|*{4}{X|}}
\hline $x$ & 0 & 0,75 & ...
```

Remarque. Le module `tabularx` est une extension du module `array` (voir celui-ci en page 86). Il suffit donc d'inclure `tabularx` dans le préambule pour que `array` le soit aussi.

8.14.2 Position du contenu et commande `\arraybackslash`

Il y a un problème quand on utilise simultanément des colonnes de taille fixe (`p`, `m`, `b` et donc aussi `X`) et d'une commande d'alignement (`\centering`, ...) car les commandes d'alignement redéfinissent la commande `\\` de retour à la ligne.
On utilise donc la commande `\arraybackslash` qui doit être utilisée comme ceci :

Axiome	« Il n'y a pas plus sérieux qu'un enfant qui joue. Jeu après jeu, l'enfant devient "je". »

```
\begin{center}
\begin{tabularx}{8cm}{|c|>{%
\raggedleft\arraybackslash}X|}
\hline
Axiome & \og Il n'y a pas plus sérieux...\\
\hline
\end{tabularx}
\end{center}
```

x	0	0,75	1,5	10
$f(x)$	-1	0,5	2	19

```
\begin{tabularx}{0.8\linewidth}{%
|c|*{4}{>{\centering \arraybackslash}X|}}
\hline $x$ & 0 & 0,75 & ...
$f(x)$ & $-1$ & 0,5 & ...\\ \hline
\end{tabularx}
```

Les trois dernières colonnes extensibles ont leur contenu centré.

Examinons le cas suivant :

Signe	$\Delta < 0$	$\Delta = 0$	$\Delta > 0$
Nombre	aucune racine	une racine double	deux racines distinctes

```
\begin{center}
\begin{tabularx}{0.95\linewidth}{%
|c||*{3}{>{\centering \arraybackslash}X|}}
\hline
Signe& $\Delta<0$ & $\Delta=0$ & $\Delta>0$\\
\hline
Nombre & aucune racine & une racine double &
 deux racines distinctes \\
\hline
\end{tabularx}
\end{center}
```

Une colonne de type `X` est donc en fait une colonne de pype `p` dont la taille est calculée grâce à la commande `\tabularxcolumn` dont on peut modifier (sans aucune surprise !) la définition.

En saisissant

```
\renewcommand{\tabularxcolumn}[1]{%
>{\centering\arraybackslash}m{#1}}
```

on obtient des cellules extensibles dont le contenu est centré verticalement (`m`) et horizontalement (`\centering`).

Ainsi la saisie de

```
{\renewcommand{\tabularxcolumn}[1]{%
>{\centering\arraybackslash}m{#1}}

\begin{center}
\begin{tabularx}{0.95\linewidth}{|c||X|X|X|}
\hline
Signe& $\Delta<0$ & $\Delta=0$ & $\Delta>0$\\
\hline
Nombre & aucune racine & une racine double &
 deux racines distinctes \\
\hline
\end{tabularx}
}
```

donnera le tableau suivant :

Signe	$\Delta < 0$	$\Delta = 0$	$\Delta > 0$
Nombre	aucune racine	une racine double	deux racines distinctes

Quitte à modifier... On peut demander à avoir dans toute la colonne une police sans empattements :

Axiome 1	« Il n'y a pas plus sérieux qu'un enfant qui joue. »
Axiome 2	« Jeu après jeu, l'enfant devient "je". »

```
{\renewcommand{\tabularxcolumn}[1]{%
>{\sffamily\centering\arraybackslash}m{#1}}

\begin{center}
\begin{tabularx}{7.5cm}{|c|X|}
\hline
Axiome 1& \og Il n'y a pas ... \\
\hline
Axiome 2& \og Jeu après jeu, ... \\
\hline
\end{tabularx}
\end{center}
}
```

8.14.3 Plus de place qu'une autre

Voyons enfin comment spécifier qu'une colonne de type `X` occupe plus de place qu'une autre (sous condition d'avoir au moins deux colonnes de type `X`).

On introduit en tant que commande dans la chaîne de formatage, une réaffectation de la largeur

`>{\hsize=`*`coefficient`*`\hsize}X`

en veillant toutefois que la somme des coefficients soit égale au nombre de colonnes de type `X`.

Si l'on souhaite, par exemple, avoir deux colonnes de type `X` et voir la seconde occuper trois fois plus de place que la première, il faudra déclarer votre tableau comme ceci :

```
\begin{tabularx}{7cm}{%
|>{\hsize=0.5\hsize}X|>{\hsize=1.5\hsize}X|}
```

Ici, la somme des coefficients (0,5 + 1,5) est bien égale au nombre de colonnes de type `X`, 2.

Axiome	« Il n'y a pas plus sérieux qu'un enfant qui joue. Jeu après jeu, l'enfant devient "je". »

```
\begin{center}
\begin{tabularx}{8.5cm}{%
|>{\hsize=0.5\hsize}X|>{\hsize=1.5\hsize}X|}
\hline
Axiome & \og Il n'... joue\par Jeu... \fg \\
\hline
\end{tabularx}
\end{center}
```

8.15 Couleurs

Il faut ajouter dans le préambule :

```
\usepackage{color,colortbl}
\usepackage[table]{xcolor}
```

8.15.1 Bordure et filets

Pour colorier en *`couleur`* la bordure d'un tableau, on emploie la commande `\arrayrulecolor{`*`couleur`*`}`.

« Le jeu, c'est le travail de l'enfant, c'est son métier, c'est sa vie... » (Pauline KERGOMARD)
« Pas de panique, monsieur l'inspecteur, il faut savoir jouer avec le savoir. Le jeu est la respiration de l'effort, l'autre battement du cœur, il ne nuit pas au sérieux de l'apprentissage, il en est le contrepoint. Et puis jouer avec la matière c'est encore nous entraîner à la maîtriser. », *Chagrin d'école*, Daniel PENNAC

```
\arrayrulecolor{red}
\begin{tabular}{|p{8cm}|}
\hline
\og Le jeu, ...
```

Cette commande s'applique en fait pour tous les tableaux suivants. Il faut donc saisir `\arrayrulecolor{`*`black`*`}` pour revenir à une bordure noire ensuite.

8.15.2 Colonne, ligne ou cellule

Pour colorier le fond d'une colonne, d'une ligne ou d'une cellule, on emploie les instructions respectives suivantes :

`\columncolor{`*`couleur`*`}`
`\rowcolor{`*`couleur`*`}`
`\cellcolor{`*`couleur`*`}`

Les photocopies étant souvent en noir et blanc, on utilisera des niveaux de teintes de gris. Pour la définition de ces teintes, je renvoie le lecteur à la page 31.

Objet	Qté	Prix Unit.	Prix Tot.
Obj 1	2	5,50	11,00
Obj 2	3	2,25	6,75
Obj 3	1	6,50	6,50
		TOTAL	24,25

```
\definecolor{gris1}{gray}{0.85}
\definecolor{gris2}{gray}{0.65}
\begin{center}
\begin{tabular}{|c|r|r|r|}\hline
\rowcolor{gris1}Objet& Qté& ... \\ \hline
Obj 1& 2& 5,50 & 11,00\\ \hline
Obj 2& 3& 2,25 & 6,75\\ \hline
Obj 3& 1& 6,50 & 6,50\\ \hline
& & TOTAL & \cellcolor{gris2}24,25\\ \hline
\end{tabular}
\end{center}
```

Objet	Qté	Prix Unit.	Prix Tot.
Obj 1	2	5,50	11,00
Obj 2	3	2,25	6,75
Obj 3	1	6,50	6,50
		TOTAL	24,25

```
\begin{tabular}
   {|>{\columncolor{gris1}}c|r|r|r|}
\hline
Objet& Qté& Prix Unit. & Prix Tot. \\ \hline
Obj 1& 2& 5,50 & 11,00\\ \hline
Obj 2& 3& 2,25 & 6,75\\ \hline
Obj 3& 1& 6,50 & 6,50\\ \hline
& & TOTAL & \cellcolor{gris2}24,25\\ \hline
\end{tabular}
```

8.15.3 Couleurs de ligne alternées

On peut avoir besoin d'une alternance de couleurs d'une ligne à l'autre. On utilise pour cela la commande `\rowcolors` (avec un *s*) de syntaxe

`\rowcolors[\hline]{`*deb*`}{`*coul_imp*`}{`*coul_p*`}`

deb est le numéro de ligne où commence cette alternance ;
coul_imp est la couleur de ligne de rang impair [9] ;
coul_p est la couleur de ligne de rang pair.
L'option `[\hline]` trace les lignes horizontales.

Candidat	Note N	Résultat
François	9,7	Refusé
Gilbert	9,9	Refusé
Hervé	10,1	Admis
Ignace	14,7	Admis

```
\rowcolors[\hline]{2}{}{lightgray}
\begin{tabular}{ l | c | r}
Candidat & Note $N$ & Résultat \\ \hline
François & 9,7 & Refusé\\ ...
```

Cette commande affecte *tous* les tableaux qui la suivent. S'il n'y a qu'un tableau sur lequel on a à appliquer cette commande, il faut mettre le bloc de saisie entre accolades [10] .

Dans la commande, `{`*couleur*`}` peut être remplacé par `[`*modèle*`]{`*couleur*`}`.

8.16 Séparateur de colonne `@{...}`

8.16.1 Principe et exemples

@{*symbole*} entre deux descripteurs de colonnes permet de définir *symbole* comme remplacement de l'espace inter-colonnes. Cela remplace |.

3 fois 8 est égal à 24
6 fois 8 est égal à 48
7 fois 8 est égal à 56

```
\begin{tabular}{%
r @{ fois 8 est égal à } r}
3 & 24 \\
6 & 48 \\
7 & 56 \\
\end{tabular}
```

(9). Si la ligne (de rang pair ou impair) n'est pas colorée (ou colorée en blanc), on ne met rien entre les accolades.
(10). Autrement dit, `{` avant `\rowcolors...` et `}` après `...\end{tabular}`.

Les 4 cons du jour J :
con– science
con– fiance
con– centration
con– viction

```
Les 4 cons du jour J :\\
  \begin{tabular}{>{con-- }l}
  science\\ ...
  \end{tabular}
```

Par conséquent, l'instruction `@{}` permet de coller deux colonnes (autrement dit, de rendre nul l'espace inter-colonnes).

Cela permet aussi de supprimer l'espacement dans un tableau :

avec espaces

sans espace

```
\begin{tabular}{l}
\hline avec espaces \\ \hline
\end{tabular}

\begin{tabular}{@{}l@{}}
\hline sans espace \\ \hline
\end{tabular}
```

`!{`*symbole*`}` a la même finalité que @{*symbole*} mais ne supprime pas l'espace inter-colonnes.

3 fois 8 est égal à 24
6 fois 8 est égal à 48
7 fois 8 est égal à 56

```
\begin{tabular}{%
r !{ fois 8 est égal à } r}
3 & 24 \\
6 & 48 \\
7 & 56 \\
\end{tabular}
```

8.16.2 Alignement de nombres sur le point décimal

$$\begin{array}{rr} & 41{,}2 \\ + & 74{,}93 \\ \hline & 116{,}13 \end{array}$$

```
\begin{tabular}{c@{ } r @{,} l}
    & 41 & 2 \\
 +  & 74 & 93 \\ \hline
    & 116 & 13\\
\end{tabular}
```

Expression	Approx.
π	3,142
π^π	36,462

```
\begin{tabular}{c r @{,} l}
Expression & \multicolumn{2}{c}{Approx.} \\
\hline
$\pi$ & 3&142 \\
$\pi^{\pi}$ & 36&462 \\
\end{tabular}
```

8.17 Avec un contenu mathématique

8.17.1 L'extension `array`

Les tableaux suivants ne contiennent *que* des termes mathématiques : on utilise le support `array`, de l'extension éponyme `array` (support très proche de celui du tableau usuel `tabular`).

$$\begin{array}{ccc} \Delta > 0 & \Delta = 0 & \Delta < 0 \\ \mathcal{S} = \left\{ \dfrac{b \pm \sqrt{\Delta}}{2a} \right\} & \mathcal{S} = \left\{ \dfrac{b}{2a} \right\} & \mathcal{S} = \emptyset \end{array}$$

```
$\begin{array}{ccc}
\Delta > 0 & \Delta = 0 & \Delta < 0 \\
\mathcal{S} = \left\{\dfrac{b \pm ...
\end{array}$
```

8.17.2 Systèmes (et assimilés !)

$$\left\{ \begin{array}{r@{~}c@{~}l} 3\,x+2\,y & = & 5 \\ 5\,x-4\,y & = & 1 \end{array} \right.$$

```
$\left\{
\begin{array}{r@{~}c@{~}l}
3\,x+2\,y & = & 5 \\ 5\,x-4\,y & = & 1
\end{array}
\right.$
```

On a aussi, histoire d'utiliser les délimiteurs :

$$\left.\begin{array}{c} x \in E \\ \text{ou} \\ x \in F \end{array}\right\} \Longleftrightarrow x \in E \cup F$$

```
$\left.
\begin{array}{c}
x \in E\\ \text{ou}\\ x \in F
\end{array}
\right\}
\Longleftrightarrow x \in E \cup F$
```

8.17.3 Matrices et coordonnées vectorielles

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix} \qquad \begin{pmatrix} -1 \\ 5 \end{pmatrix}$$

```
$\left(\begin{array}{cc}
1 & 2 \\ 3 & 4 \end{array} \right)$

$\left(\begin{array}{c} -1 \\ 5
\end{array} \right) $
```

Pour expliquer le produit matriciel [11] :

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 5 & 5 \\ 7 & 8 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 19 & 22 \\ 43 & 50 \end{pmatrix}$$

```
$\begin{array}{c@{\ }c}
   &
\left(\begin{array}{cc}
 5 & 6 \\ 7 & 8
\end{array} \right)
\\[0.5cm]
\left(\begin{array}{cc}
1 & 2 \\ 3 & 4
\end{array} \right)
    &
\left(\begin{array}{cc}
\begin{pspicture}(0,0)
\psframe[framearc=0.5,linestyle=dashed,%
linecolor=red](-0.15,-0.15)(0.5,1.7)
\psframe[framearc=0.5,linestyle=dashed,%
linecolor=red](-2,-0.15)(0.5,0.4)
\end{pspicture}
\textcolor{red}{19}& 22 \\ 43 & 50
\end{array} \right)\\
\end{array}$
```

On peut jouer avec les `multicolumn` et les `hline` pour donner une impression d'encadrement de ligne et de colonne :

$$\left(\begin{array}{cccc} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \\ \hline 1 & 2 & 3 & 4 \\ \hline 1 & 2 & 3 & 4 \end{array}\right) \qquad \left[\begin{array}{cc|c|c} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \end{array}\right]$$

```
$\left(%
\begin{array}{cccc} 1&2&3&4\\ 1&2&3&4\\\hline
\multicolumn{1}{|c}{1} & 2 & 3 &
\multicolumn{1}{c|}{4}\\\hline 1&2&3&4
\end{array}\right)$

$\left[%
\begin{array}{cc|c|c}\cline{3-3} 1&2&3&4\\
1&2&3&4\\ 1&2&3&4\\
1 & 2 & 3 & 4\\
\cline{3-3} \end{array}\right]$
```

(11). Les cadres sont faits « à la main ». Les valeurs indiquées peuvent dont être changées !

8.17.4 Coefficient binomial

Pour écrire un coefficient binomial correspondant au nombre de combinaisons possibles en prenant 2 objets parmi 5, on a le choix entre :

- $\left(\begin{array}{c} 5 \\ 2 \end{array}\right)$, obtenu avec
  `$\left(\begin{array}{c} 5 \\ 2 \end{array} \right)$`;
- $\displaystyle\binom{5}{2}$ [12] ;
- $\displaystyle{5 \choose 2}$, obtenu avec
  `$\displaystyle{5 \choose 2}$`.

8.17.5 Tableaux de variations et de signes

8.17.5.1 « À la main »

x	-5		-2		4
$f(x)$		$\nearrow$	4	$\searrow$	
	-1				0

```
\[\begin{array}{|c|c c c c c|}
\hline
x& -5 & & -2 & & 4 \\ \hline
  & & & 4 & &  \\
f(x) & & \nearrow & & \searrow &   \\
  & -1 & & & & 0  \\
\hline
\end{array}\]
```

x	-5		-4		$+\infty$
signe de $f(x)$		$+$	0	$-$	

```
\[\begin{array}{|c|ccccc|}
\hline
x & -5 & & -4 & & +\infty\\ \hline
\text{signe de } f(x) & & + & 0 & - &  \\
\hline
\end{array}\]
```

On obtient une barre (partielle) verticale avec la commande `\vline` ($\left|\right.$) [13] et, par conséquent, une double barre verticale avec `\vline\ \vline` [14] .

x	$-\infty$		0		2
$f(x)$		$\nearrow$	$+\infty$ $\Vert$ 1	$\searrow$	$-\infty$

(12). On obtient $\binom{5}{2}$ en supprimant la commande `\displaystyle`.

(13). Cette commande est à préférer à `\vert` (|), qui ne permet pas de joindre des lignes horizontales.

(14). On peut changer l'espace entre les deux barres.

```
$\begin{array}{|l|*7{c}|}\hline
x&-\infty&&&0&&&2\\ \hline
&&&+\infty&\vline\ \vline&+\infty&&\\
f(x)&&\nearrow&&\vline\ \vline&&\searrow&\\
&1&&&\vline\ \vline&&&-\infty\\ \hline
\end{array}$
```

La taille des flèches utilisées peut être adaptée en modifiant la taille de la fonte. Toutefois ces modifications ne sont permises en mode mathématique. Il faut utiliser une boîte, par exemple :

x	$-\infty$		3		$+\infty$
$f(x)$		$\nearrow$	4	$\searrow$	
	$-\infty$				0

```
\[\begin{array}{|c|ccccr|}
\hline
x & -\infty & & 3 & & +\infty \\
\hline
& & & 4 & & \\
f(x) & &\mbox{\huge{$\nearrow$}} &%
 &\mbox{\huge{$\searrow$}} & \\
& -\infty & & & & 0 \\
\hline
\end{array}\]
```

8.17.5.2 Avec le package `tkz-tab`

Le package `tkz-tab` est un permet de créer à l'aide de `TikZ` des tableaux de signes et de variations.

Sa documentation se trouve sur [65].

Il permet d'obtenir, par exemple :

x	0		α		1		e
$f'(x)$	$\Vert$	$-$		0		$+$	
$f(x)$	$\Vert$ 1	$\searrow$	0	$\searrow$	-1	$\nearrow$	3

8.17.6 Structures conditionnelles

$$(-1)^n = \begin{cases} 1 & \text{si } n \text{ est pair} \\ -1 & \text{sinon} \end{cases}$$

```
$(-1)^n=\left\{\begin{array}{cl}
1&\text{si $n$ est pair}\\
-1 &\text{sinon}
\end{array}\right.$
```

On peut aussi utiliser l'extension `cases` :

$$\frac{1+(-1)^n}{2} = \begin{cases} 1 & \text{si } n \text{ est pair} \\ 0 & \text{si } n \text{ est impair} \end{cases}$$

```
$\dfrac{1+(-1)^n}{2}=
\begin{cases}
1 & \text{si $n$ est pair}\\
0 &\text{si $n$ est impair}
\end{cases}$
```

8.17.7 Equations sur plusieurs lignes

Nous avons vu à la page 69 comment présenter des équations sur plusieurs lignes. Voici un autre code source. Cette version ne numérote pas les différentes lignes [15] .

```
$\begin{array}{r@{\ =\ }l}
(3 + 2\,\mathrm{i})^2
& 3^2 + 2 \times ... ^2 \\
& 9 + 12\,\mathrm{i} - 4 \\
& 5 + 12\,\mathrm{i}
\end{array}$
```

$$\begin{aligned}(3+2\,\mathrm{i})^2 &= 3^2 + 2\times 3\times 2\,\mathrm{i} + (2\,\mathrm{i})^2\\ &= 9 + 12\,\mathrm{i} - 4\\ &= 5 + 12\,\mathrm{i}\end{aligned}$$

En rajoutant une troisième colonne, on peut y insérer des commentaires pédagogiques !

8.18 Liste dans un tableau

Les tableaux ont une *propriété d'imbrication* : on peut réaliser des tableaux ou des listes dans un tableau. Toutefois, les listes ne peuvent être placées que dans des colonnes de type `p{...}` [16] .

Interdits du devoir :
1. cours 2. calculatrice 3. aide du voisin

```
\begin{tabular}{|p{3.5cm}|}
\hline
Interdits du devoir :\\
\hline
\begin{enumerate}
  \item cours
  \item calculatrice
  \item aide du voisin
 \end{enumerate} \\
 \hline
\end{tabular}
```

(15). Il faut le faire « à la main ».

(16). Ce qui, en somme toute, est assez logique.

8.19 Tableaux et algorithmes

Il y a plusieurs façons de présenter un algorithme. Notamment en utilisant les extensions `algorithm` et `algorithmic`. On peut utiliser la possibilité d'*imbrication de tableau*, autrement dit la possibilité d'écrire un tableau dans un autre tableau. C'est l'envie d'avoir un trait vertical (délimitant bien les champs) qui nous y amène.

Voici donc présenté [17] l'algorithme de multiplication russe.

```
\begin{tabular}{|l|}
\hline
saisir les entiers $a$ et $b$ \\
\hline
$m$ prend la valeur 0\\
\hline
tant que $b \neq 0$ faire\\
\qquad \begin{tabular}{|l}
       si $b$ est impair alors\\
       \qquad \begin{tabular}{|l}
              $m$ prend la valeur $m+a$
              \end{tabular}\\
       $a$ prend la valeur $2\times a$\\
       $b$ prend la valeur $\text{E}(b/2)$\\
      \end{tabular}\\
\hline
afficher $m$\\
\hline
\end{tabular}
```

saisir les entiers a et b
m **prend la valeur** 0

tant que $b \neq 0$ **faire**
  si b est impair **alors**
  m **prend la valeur** $m + a$
  a **prend la valeur** $2 \times a$
  b **prend la valeur** $\mathrm{E}(b/2)$

afficher m

Ou encore :

```
\begin{tabular}{ll}
\textsc{Variables} : &
trois entiers $a$, $b$, $m$ \\ ~&~\\
\textsc{Entrées} :& saisir $a$ et $b$\\~&~\\
\textsc{Initialisation} :&
$m$ prend la valeur 0\\~&~\\
\textsc{Traitement} : &
tant que $b \neq 0$ faire\\
& \quad  début du tant que\\
```

(17). Dans le code source, j'ai ôté la mise en valeur en gras pour gagner de la place et favoriser la présentation du code source. D'autant plus facilement que l'objet de notre attention porte sur les tableaux.

```
& \quad si $b$ est impair alors\\
& \quad \begin{tabular}{l}
          \quad début du si\\
          \quad $m$ prend la valeur $m+a$\\
          \quad fin du si
        \end{tabular}\\
& \quad $a$ prend la valeur $2\times a$\\
& \quad $b$ prend la valeur $\text{E}(b/2)$\\
& fin du tant que\\
\textsc{Sortie} :&\quad afficher $m$\\
\end{tabular}
```

Variables :	trois entiers a, b, m
Entrées :	saisir a et b
Initialisation :	m prend la valeur 0
Traitement :	tant que $b \neq 0$ faire début du tant que si b est impair alors début du si m prend la valeur $m + a$ fin du si a prend la valeur $2 \times a$ b prend la valeur $\text{E}(b/2)$ fin du tant que
Sortie :	afficher m

Un dernier exemple [18] est donné à titre d'exercice, page 180.

8.20 Tableau sur plusieurs pages

Un tableau est trop long pour tenir sur une seule page : on aimerait l'étendre sur plusieurs pages.

On utilise l'environnement `longtable` du package éponyme à la place de `tabular`. Il dispose des mêmes commandes. Toutefois, deux compilations sont nécessaires.

`\begin{longtable}`{*Colonnes*}

Lignes n'apparaissant qu'au début du tableau
`\endfirsthead`
`% Fin du premier en-tête`

Lignes apparaissant en haut de chaque page (sauf la première)
`\endhead`
`% Fin des en-tête suivants`

Lignes apparaissant en bas de chaque page (sauf la dernière)
`\endfoot`
`% Fin de chaque pied de page`

Lignes n'apparaissant qu'à la fin du tableau
`\endlastfoot`
`% Fin des en-tête suivants`

Lignes ordinaires du tableau
`\end{longtable}`

`\pagebreak` (pour forcer un saut de page) peut être utilisé à un endroit précis du tableau.

De plus, `\kill` est utilisable et signale une ligne utilisée pour le calcul de la largeur du tableau mais qui ne sera pas imprimée.

```
\begin{longtable}{|c|c|}
\hline\multicolumn{2}{|c|}{En-tête} \\
\hline Caractère A & Caractère B \\
\hline\endfirsthead
\multicolumn{2}{c}{%
Suite de la page précédente} \\
\hline A & B \\
\hline\endhead
\hline\multicolumn{2}{c}{%
Suite page suivante} \\
\endfoot
\hline\multicolumn{2}{r}{Fin} \\
\endlastfoot
A1 & B1 \\ A2 & B2 \\ ... \\ A50 & B50 \\
\end{longtable}
```

En-tête	
Caractère A	Caractère B
A1	B1
A2	B2
...	
A25	B25

Suite page suivante

*** Saut de page***

Suite de la page précédente

A26	B26
...	
A50	B50

Fin

8.21 QCM : trois (autres) idées

8.21.1 Première idée

1. Énoncé.
   a. Prop. 1 **b.** Prop. 2 | ☐ **a.** ☐ **b.**
   c. Prop. 3 **d.** Prop. 4 | ☐ **c.** ☐ **d.**
2. Énoncé.
   a. Prop. 1 **b.** Prop. 2 | ☐ **a.** ☐ **b.**
   c. Prop. 3 **d.** Prop. 4 | ☐ **c.** ☐ **d.**

(18). Cet algorithme échange les valeurs des variables A et B.

```
\begin{enumerate}
\item Énoncé.\\
\begin{tabularx}{0.95\linewidth}{*{2}{X}|c}
\textbf{a.\ } Prop. 1 &
\textbf{b.\ } Prop. 2 &
$\square$\ \textbf{a.\ }
$\square$\ \textbf{b.} \\
\textbf{c.\ } Prop. 3 &
\textbf{d.\ } Prop. 4 &
$\square$\ \textbf{c.\ }
$\square$\ \textbf{d.} \\
\end{tabularx}
\item Énoncé. ...
\end{enumerate}
```

8.21.2 Seconde idée

(Dans l'exemple ci-dessous, la numérotation dans la première colonne est faite « à la main ».)

1.	Qu. 1.	Proposition 1	☐
		Proposition 2	☐
		Proposition 3	☐
2.	Qu. 2.	Proposition 1	☐
		Proposition 2	☐
		Proposition 3	☐

```
\begin{tabular}{|r|m{4cm}|m{3cm}|}\hline
\multirow{3}*{1.} & \multirow{3}*{Qu 1.} &
Proposition 1 \hfill $\square$\\
\cline{3-3}
&& Proposition 2 \hfill $\square$ \\
\cline{3-3}
&& Proposition 3 \hfill $\square$ \\
\hline \hline
\multirow{3}*{2.} & \multirow{3}*{Qu. 2.} &
Proposition 1 \hfill $\square$\\
\cline{3-3}
&& Proposition 2 \hfill $\square$ \\
\cline{3-3}
&& Proposition 3 \hfill $\square$ \\
\hline
\end{tabular}
```

8.21.3 Troisième idée

Il y a aussi l'extension (très pratique quand on ne veut pas se lancer dans les tableaux !) `alterqcm` [111] pour créer des QCM ; la documentation (française !) se trouve sur [51].

Voici un exemple affichant un corrigé d'un QCM (pour afficher le sujet de l'élève, il suffit d'ôter l'option `correction` dans le source) :

Questions	Réponses
1. Question 1	☐ Proposition 1
	☑ Proposition 2
2. Question 2	☑ Proposition 1
	☑ Proposition 2
	☐ Proposition 3

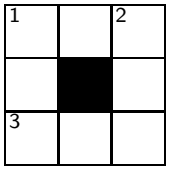
```
\begin{alterqcm}[lq=40mm,correction,%
symb=$\square$,corsymb=\dingchecksquare]
\AQquestion[br=2]{Question 1}
{{Proposition 1},
{Proposition 2}}
\AQquestion[br={1,2}]{Question 2}
{{Proposition 1},  {Proposition 2},
{Proposition 3}}
\end{alterqcm}
```

8.22 Nombres croisés et grilles de mots (ou de nombres)

8.21.1 Nombres croisés et sudoku

Créer une grille de mots croisés avec des tableaux est un petit jeu qui peut se révéler plutôt drôle... Néanmoins, je ne peux pas ne pas signaler l'existence du package `cwpuzzle` qui permet d'écrire des grilles de nombres croisés [19] .

C'est avec lui que l'on obtient la grille de nombres suivante, ayant pour thème les priorités de calculs :



1	2	4
3	■	5
8	7	6

Horizontal
1 $-(-500)-369-7$
3 $-(-500-369)+7$

Vertical
1 $297-(541-382)$
2 $297+541-382$

En fait, chaque case a un unique codage qui permet d'afficher – dans la version élève – une case noire ou une case numérotée et – dans la version professeur – la bonne lettre. Par exemple, le codage de la case « en haut à droite » est `[2]4` et celui d'une case noire, `*`. D'autres affichages sont possibles, comme le fait de dessiner un cercle inscrit au carré représentant la case.

```
\begin{Puzzle}{3}{3}%
|[1]1 |2 |[2]4 |. |3 |* |5 |. |[3]8 |7 |6 |.
\end{Puzzle}
\begin{PuzzleClues}{\emph{Horizontal}}\\
```

(19). Il y a des grilles de mots croisés dans la brochure *Jeux 7* de l'APMEP.

```
\Clue{1}{}{\quad $-(-500)-369-7$}\\
\Clue{3}{}{\quad $-(-500-369)+7$}
\end{PuzzleClues}...
```

Le même package permet, entre autres, de dessiner des grilles de sudoku et leur solution :

	2						9	
3		1	9		6	5		2
			8		4			
	9						5	
5			2		3			6
	7						2	
			4		7			
8		2	5		1	7		3
	5						8	

```
\begin{Sudoku}
| 7|*2| 4| 1| 3| 5| 6|*9| 8|.
|*3| 8|*1|*9| 7|*6|*5| 4|*2|.  ...
\end{Sudoku}
```

Deux documentations (dont la première est de son auteur) de ce package sont sur [49] *et* [50].

8.22.2 Grilles de mots

Intéressons-nous à la grille page 94. Pour la construire, deux idées viennent à l'esprit.

La première est de placer dans un tableau qui semble vierge chacune des cases : je renvoie le lecteur pour cette idée présentée par une macro à la page 100.

La seconde, présentée ci-dessous, consiste à placer des « zones blanches » qui sont en fait des `\multicolumn` remplies de vide. L'étude (et l'appréciation !) du code [(20)] est laissée au lecteur.

8.23 Tabulations

8.23.1 Principe

Pour aligner du texte sur plusieurs colonnes, on peut utiliser les tabulations.

Pour définir celles-ci, il faut utiliser l'environnement `tabbing` qui permet de placer des marques d'alignement (des taquets) dans un texte. Les tabulations ne sont définies que pour une portion du texte ; les taquets seront « perdus » à la sortie de l'environnement.

(20). Les `\phantom{\ding{176}}` sont des espaces vides de la largeur de `\ding{176}`, garantissant l'égalité des largeurs de toutes les colonnes. Voir les `\phantom` page 67.

8.23.2 Syntaxe

- On pose les taquets de tabulations grâce à la commande « `\=` ».
- On se déplace de taquet en taquet avec la commande « `\>` ».
- La commande « `\\` » permet de passer à la ligne.
- Pour ne pas afficher la ligne qui sert de référence, on utilise la commande « `\kill` » (qui remplace alors « `\\` » en fin de ligne).

8.23.3 Exemples

ceci est un petit exemple
de tabulation
par tabbing

```
\begin{tabbing}
ceci \= est un \= petit exemple\\
\> de tabulation\\
\> \> par tabbing\\
\end{tabbing}
```

Il faudra : – un stylo
– une paire de ciseaux
– un bâton de colle

```
\begin{tabbing}
Il faudra : \= -- un stylo\\
 \> -- une paire de ciseaux\\
 \> -- un b\^aton de colle\\
\end{tabbing}
```

On peut jouer avec les tabulations pour obtenir des effets.

Texte hachuré

```
\begin{tabbing}
\texttt{Texte} \= \kill
Texte hachuré \> \texttt{///////}
\end{tabbing}
```

On peut aussi séparer les tabulations d'une distance correspondant à 10 fois la lettre « X » majuscule :

On peut ainsi
décaler le texte

```
\begin{tabbing}
XXXXXXXXXX\=XXXXXXXXXX\=\kill
On peut ainsi\\
 \>décaler \>le texte
\end{tabbing}
```

On peut encore remplacer la ligne muette (finissant par `\kill`) par une ligne d'espacements horizontaux obtenus au moyen des macros `\hspace` et `\hspace*`.

Tête	Famille	Nom
Valet	Carreau	Hector
Valet	Cœur	Lahire

```
\begin{tabbing}
\hspace*{3cm}\=\hspace*{3cm}\=%
\hspace*{3cm}\=\kill
T\^ete \> Famille\> Nom\\
Valet\>Carreau\>Hector\\
Valet\>C\oe ur\>Lahire\\
\end{tabbing}
```

8.23.4 Positionnement du texte dans une colonne

Dans les exemples précédents, le texte de chaque colonne était aligné sur la gauche. On peut changer ceci :

- `\'`, placé entre deux mots, permet de positionner ceux-ci à gauche et à droite de la prochaine tabulation (avec un espacement entre eux) ;
- `\‘` justifie à droite tout le texte devant lequel il se trouve (sous réserve qu'il ne reste aucune tabulation sur la ligne).

Tête	Famille	Nom
Valet	Carreau	Hector
Valet	Cœur	Lahire

```
\begin{tabbing}
\hspace*{3cm}\=\hspace*{3cm}\=%
\hspace*{3cm}\=\kill
Tête \> Famille \> Nom\\
Valet \> Carreau \> Hector\\
Valet \> \> C{\oe}ur \' Lahire\\
\end{tabbing}
```

Tête	Famille	Nom	
Valet	Carreau	Hector	
Valet	Cœur		Lahire
Dame	Pique	Pallas	

```
\begin{tabbing}
\hspace*{3cm}\=\hspace*{3cm}\=%
\hspace*{3cm}\=\kill
T\^ete \> Famille \> Nom\\
Valet \> Carreau \> Hector\\
Valet \> C{\oe}ur \‘ Lahire\\
Dame \> Pique \> Pallas\\
\end{tabbing}
```

8.23.5 Cas des lettres accentuées

En conséquence du paragraphe précédent, si vous utilisez les lettres « normalement » accentuées avec des accents aigus et graves (`é`, `à`, ...), il n'y a pas d'attention particulière à apporter dans la saisie mais sinon (avec `\'e`, `\‘a`, ...), vous devez procéder autrement.

Il faut en fait insérer un `a` entre le `\` et la lettre à accentuer (on remplace donc `\'e` par `\a'e`, `\‘a` par `\a‘a`, ...).

Tête	Famille	Nom
Valet	Carreau	Hector
Valet	Cœur	Lahire
Roi	Trèfle	Alexandre
Roi	Carreau	César

```
\begin{tabbing}
\hspace*{3cm}\=\hspace*{3cm}\=%
\hspace*{3cm}\=\kill
T\^ete \> Famille \> Nom\\
Valet \> Carreau \> Hector\\
Valet \> C{\oe}ur \>Lahire\\
Roi \> Tr\a‘efle \> Alexandre\\
Roi \> Carreau \> C\a'esar\\
\end{tabbing}
```

Comparez les deux dernières lignes avec, d'une part,
Comparez les deux dernières lignes avec, d'une part,

Roi	Trèfle	Alexandre
Roi	Carreau	César

```
Roi \> Trèfle \> Alexandre\\
Roi \> Carreau \> César\\
```

et, d'autre part,

Roi	Trefle	Alexandre
Roi	Carreau	C esar

```
Roi \> Tr\‘efle \> Alexandre\\
Roi \> Carreau \> C\'esar
```

Les explications reposent bien sur la saisie des lettres accentuées.

8.23.6 Déplacement des marges

On peut enfin jouer sur les marges.

- Avec la commande « \+ », la marge gauche avance d'une tabulation pour toutes les lignes suivantes.
- Avec la commande « \− », la marge gauche recule d'une tabulation pour toutes les lignes suivantes.

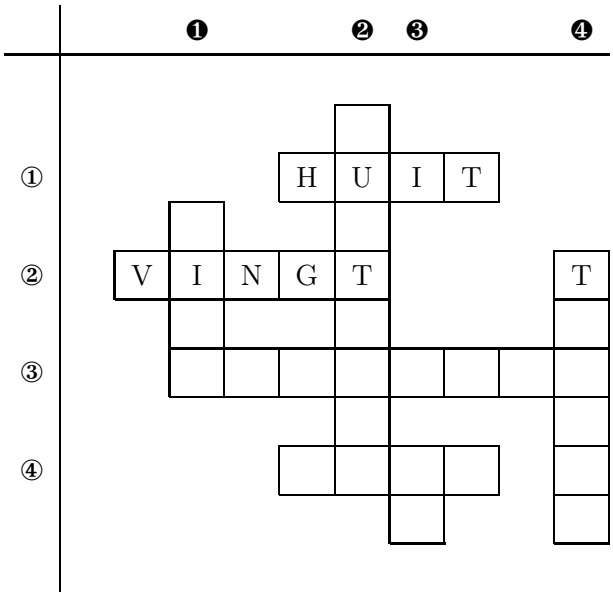
Prénom	Nom	Âge	
Harry	Cover	16	
	Laure	Eyet	17
	Guy	Tare	15
Alain	Di	16	

```
\hspace{2cm}\=\hspace{2cm}\=\hspace{2cm}%
\=\hspace{2cm}\=\kill
Pr\a'enom \> Nom \> \^Age \\
Harry \> Cover \> 16 \+ \\
Laure \> Eyet \> 17 \\
Guy \> Tare \> 15 \- \\
Alain \>Di \> 14\\
\end{tabbing}
```

On peut aussi mémoriser une ligne de taquets lorsque l'on veut la remplacer par d'autres réglages et la rétablir par la suite. On utilise à cet effet `\pushtabs` (qui mémorise les taquets courants) et `\poptabs` (qui les remet en place plus loin).

Prénom	Nom	Âge
Harry	Cover	16
Laure	Eyet	17
Guy Tare		15
Alain	Di	16

```
\begin{tabbing}
\hspace{2cm} \= \hspace{2cm} \= \hspace{2cm}%
 \= \hspace{2cm} \= \pushtabs \kill
Pr\a'enom \> Nom \> \^Age \\
Harry \> Cover \> 16  \\
Laure \> Eyet \> 17 \\
\hspace{1cm} \= \hspace{3cm} \= \kill
Guy \> Tare \> 15 \\
\poptabs
Alain \>Di \> 16\\
\end{tabbing}
```



① La valeur de $3\,x-7$ pour $x=5$.

② La valeur de $x^2+3\,x+10$ pour $x=-5$. [...]

```
\renewcommand{\arraystretch}{1.35}
\begin{tabular}{c|c|c|c|c|c|c|c|c|c|c|}
&\multicolumn{1}{c}{\phantom{\ding{176}}}&\multicolumn{1}{c}{\phantom{\ding{176}}}&
\multicolumn{1}{c}{\ding{176}}&\multicolumn{1}{c}{\phantom{\ding{176}}}&
\multicolumn{1}{c}{\phantom{\ding{176}}}&\multicolumn{1}{c}{\ding{177}}&
\multicolumn{1}{c}{\ding{178}}&\multicolumn{1}{c}{\phantom{\ding{176}}}&
\multicolumn{1}{c}{\phantom{\ding{176}}}&\multicolumn{1}{c}{\ding{179}}\\
\hline
&\multicolumn{10}{c}{}\\
\cline{7-7}
&\multicolumn{5}{c|}{}&&\multicolumn{4}{c}{}\\
\cline{6-9}
\ding{172}&\multicolumn{4}{c|}{}&H&U&I&T&\multicolumn{2}{c}{}\\
\cline{4-4}\cline{6-9}
&\multicolumn{2}{c|}{}&&\multicolumn{2}{c|}{}&&\multicolumn{4}{c}{}\\
\cline{3-7}\cline{11-11}
\ding{173}&&V&I&N&G&T&\multicolumn{3}{c|}{}&T\\
\cline{3-7}\cline{11-11}
&\multicolumn{2}{c|}{}&&\multicolumn{2}{c|}{}&&\multicolumn{3}{c|}{}&\\
\cline{4-11}
\ding{174}&\multicolumn{2}{c|}{}&&&&&&&&\\
\cline{4-11}
&\multicolumn{5}{c|}{}&&\multicolumn{3}{c|}{}&\\
\cline{6-9}\cline{11-11}
\ding{175}&\multicolumn{4}{c|}{}&&&&&\multicolumn{1}{c|}{}&\\
\cline{6-9}\cline{11-11}
&\multicolumn{6}{c|}{}&&\multicolumn{2}{c|}{}&\\
\cline{8-8}\cline{11-11}
&\multicolumn{10}{c}{}\\
\end{tabular}

\begin{enumerate}
   \item[\ding{172}] La valeur de $3\,x-7$ pour $x=5$.
   \item[\ding{173}] La valeur de $x^2+3\,x+10$ pour $x=-5$. [ ... ]
\end{enumerate}
```

Chapitre 9

Flottants

9.1 Principe

LaTeX définit comme flottant une portion de document pour qui il gère un emplacement adéquat : c'est, par exemple, un tableau ou une figure illustrant un texte, placé donc proche de l'endroit où il est évoqué (soit sur la même page soit une page voisine, selon l'encombrement de ces pages, afin d'éviter d'avoir des pages presque vides !) et numéroté de façon à s'y référer.

Cette possibilité de faire « flotter » permet une meilleure mise en page.

9.2 Structure

La structure est la suivante :

```
\begin{table}[pref]]
*** tableau ***
\caption{Légende}
\label{Référence}
\end{table}
```

[*pref*] est une option de préférence de position :
- [h] indique que l'on aimerait que le flottant soit placé à cet endroit ;
- [b] et [t] permet à LaTeX de placer le flottant respectivement en bas ou en haut de la feuille ;
- [p] permet à LaTeX de placer le flottant sur une page flottante (si possible la suivante) si la page en cours est terminée ;
- [!] (comme dans [!h]) force LaTeX à placer le flottant au plus proche endroit correspondant au reste du contenu entre crochets.

`\caption{...}` permet de donner une légende au tableau, qui est alors automatiquement numéroté.

`\label{...}` (1) permet de donner une référence au tableau lorsqu'il est mentionné dans le document.

Par ailleurs, la commande `\centering` peut être remplacée sans problème par l'environnement `\begin{center}...\end{center}`.

(1). Les étiquettes de référence `\label` et `\ref` sont expliquées au chapitre 6, page 55.

On a la même structure avec les images en remplaçant `table` par `figure` (2) . Il n'y a en fait aucune différence de structure. De plus, un tableau peut être placé dans un environnement `figure` (et inversement). En fait, il y a un compteur propre à chacun des deux environnements, qui sert à les lister : la première numérote (par défaut) sous la forme Tab. n° et la seconde, sous la forme Fig. n° . (3)

θ	$\cos\theta$	$\sin\theta$
0	1	0
$\pi/6$	$\sqrt{3}/2$	$1/2$
$\pi/4$	$\sqrt{2}/2$	$\sqrt{2}/2$
$\pi/3$	$1/2$	$\sqrt{3}/2$
$\pi/2$	0	1

Table 9.1 – Lignes trigonométriques

Le tableau 9.1 donne...

```
\begin{table}[h]
\centering
$\begin{array}{ccc}
\theta&\cos \theta&\sin \theta\\ \hline
0&1&0\\ \pi/6&\sqrt{3}/2&1/2\\ ...
\end{array}$
\caption{Lignes trigonométriques}
\label{LignTrig}
\end{table}
Le tableau \ref{LignTrig} donne...
```

9.3 Liste des flottants

Pour avoir la liste des flottants créés par l'environnement `table`, on écrit où l'on la veut `\listoftables` et pour ceux créés par l'environnement `figures`, on écrit où l'on la veut `\listoffigures`.

9.4 Deux figures en une

On peut aussi mettre deux figures en une (4) !

(2). Comme celle du diagramme de Venn de la page 119 ou celle de la figure de la page 108.

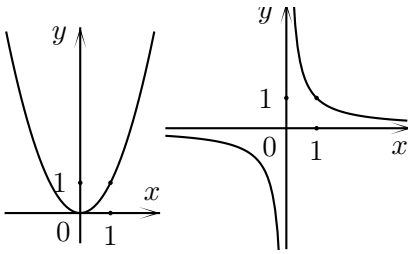
(3). L'option `francais` de `babel` numérote respectivement sous la forme Table n° et Figure n° .

(4). Pour tous les considérations propres aux images importées, voir le chapitre 11, page 106.

La volonté de l'enseignant est alors d'affecter une référence non seulement à toute la figure mais aussi à chacune des sous-figures.

Le package `subfloat` va lui donner son aide.

L'exemple suivant montre une figure avec le graphe d'une parabole sur la gauche et une hyperbole sur la droite.



(a) Parabole (b) Hyperbole

FIGURE 9.1 – Courbes représentatives

```
\begin{figure}[h]
\centering
\subfloat[Parabole]{%
\includegraphics{parabole.eps}\label{Parab}}
\subfloat[Hyperbole]{%
\includegraphics{hyperbole.eps}
\label{Hyperb}}
\caption{Courbes représentatives}
\end{figure}\label{CourbeRepr}
```

Les (sous)figures sont référencées ainsi :

```
La figure \ref{CourbeRepr} contient deux
figures : la figure \ref{Parabole} et
la figure \ref{Hyperbole}.\\

La figure \ref{CourbeRepr} contient deux
figures : la figure \subref{Parabole} et
la figure \subref{Hyperbole}.
```

La figure 9.1 contient deux sous-figures : la figure 9.1a et la figure 9.1b.

La figure 9.1 contient deux sous-figures : la figure (a) et la figure (b).

Chapitre 10

Macros personnelles : \newcommand

Principe. On peut utiliser des macros personnelles [1] pour être plus efficace lorsqu'il s'agit de répéter un certain nombre de fois la même commande.

10.1 Explicitation de la commande

La macro \newcommand permet de définir ses propres commandes :

```
\newcommand{\nom_commande}%
    [nb_arg][def]{définition}
```

nb_arg définit le nombre d'arguments de la nouvelle commande et est compris entre 0 et 9. Ils sont référencés par #no_arg dans la définition. Les accolades autour du nom de la commande sont facultatives.

def permet de préciser une valeur par défaut de la variable qui sera utilisée en l'absence d'argument.

\nom_commande ne doit contenir ni ni chiffre ni symbole ; LaTeX sait distinguer majuscules et minuscules.

LaTeX signale comme une erreur une définition de macro déjà utilisée (et s'arrête). La commande \providecommand permet de ne prendre en compte la nouvelle commande que si elle n'existe pas déjà. Elle a la même syntaxe que \newcommand. Mais en cas de cas de commande déjà existante, LaTeX ignore simplement la dernière créée.

10.2 Des exemples sans argument

. . . donnés dans un but de présentation !

10.2.1 Des notations récurrentes

La saisie dans le préambule de

```
\newcommand\Oij{$%
(\text{O}\,;\vec{\imath},\,\vec{\jmath}$}
```

donne, avec l'appel de \Oij, l'écriture $(\mathrm{O}\,;\vec{\imath},\vec{\jmath})$.

De même, le « e » de l'exponentielle doit être écrit en romain (et non en italique). Plutôt que de saisir dans un mode mathématique \mathrm{e} à chaque fois qu'il est présent, on peut écrire dans le préambule

```
\newcommand\e{\mathrm{e}}
```

et écrire dans le texte \e.

Ainsi $x\,\e^x$ donne $x\,\mathrm{e}^x$.

```
\newcommand\ssi{si et seulement si}
```

donnera en tapant \ssi si et seulement si.

Le lecteur rencontra ces macros, parmi d'autres, dans les fichiers sources d'annales déposés sur le site de l'APMEP ([124]).

10.2.2 Danger !

⚠ Avec cette définition,
⚠ le panneau s'adapte
⚠ à la taille du texte.

```
\newcommand\danger{%
\begingroup
\psset{unit=1ex}
\begin{pspicture}(0,0)(3,3)
\pspolygon[linearc=0.2](0,0)(1.5,2.6)(3,0)
\psellipse*(1.5,1.33)(0.14,0.75)
\pscircle*(1.5,0.3){0.15}
\end{pspicture}
\endgroup}
{\tiny \danger Avec cette définition,}\par
\danger le panneau s'adapte\par
{\Large \danger à la taille du texte.}\par
```

10.2.3 Plusieurs mêmes graphiques

La macro suivante permet de dessiner quatre mêmes paraboles sur une même feuille A4.

```
\newcommand\Parabole{%
\psset{unit=1.5cm}
\begin{pspicture}(-2.5,-1)(2.5,6)
\psset{algebraic=true}
\psplot{-2.45}{2.45}{x^2}
\psline[linestyle=dashed](0,1)(1,1)(1,0)
\psline{->}(-2.5,0)(2.5,0)
\psline{->}(0,-1)(0,6)
\uput[dl](0,0){0}
\uput[d](1,0){1}\uput[l](0,1){1}
\uput[l](0,5.875){$y$}\uput[u](2.375,0){$x$}
\end{pspicture}}
```

[1]. Celles créées par tout utilisateur.

La réalisation se fait ensuite ainsi :

```
\vfill
\hfill \Parabole \hfill \Parabole \hfill\null
\vfill
\hfill \Parabole \hfill \Parabole \hfill\null
\vfill
```

10.2.4 En début de paragraphe

Si `\newcommand{\dl}{\ding{47}\ }` est marqué dans le préambule, il suffit d'écrire au début du paragraphe un `\dl` pour qu'il affiche un ➮.

10.2.5 Des épaisseurs de filets différentes

L'enseignant voudra changer l'épaisseur des filets du tableau, en particulier celle des lignes du bord. Je le renvoie aux deux macros [2] de la sous-section 8.8.2 en page 81.

10.3 Des exemples avec argument

10.3.1 Racine carrée

Pour écrire une racine carrée, on utilisera la commande suivante [3] à écrire dans le préambule :

```
\newcommand{\RC}[1]{\sqrt{#1}}
```

Ainsi, `$\RC{2}$` affichera $\sqrt{2}$,
`$7\RC{12}-2\RC{75}$` affichera $7\sqrt{12}-2\sqrt{75}$ et
`$\RC{x+1}$` affichera $\sqrt{x+1}$.

10.3.2 Fractions

Premier exemple

Pour les fractions, on peut de même définir :

```
\newcommand{\F}[2]{\dfrac{#1}{#2}}
```

`$\F{3}{4}+\F{1}{2}$` donnera $\dfrac{3}{4}+\dfrac{1}{2}$.

Second exemple

```
\newcommand{\fraction}[2]{%
\raisebox{0.5ex}{#1}%
\slash\raisebox{-0.5ex}{#2}}
```

permet d'obtenir $^3/_4$ en saisissant `\fraction{3}{4}`.

10.3.3 Vecteurs

Pour les vecteurs, on peut de même définir :

```
\newcommand\V[1]{\overrightarrow{#1}}
```

`$2\V{AB}+3\V{AC}$` donnera $2\overrightarrow{AB}+3\overrightarrow{AC}$.

On peut préférer définir la macro `\Vect` qui remonte la flèche d'un vecteur, afin de mieux voir les primes :

```
\newcommand\Vect[1]{%
\overrightarrow{\strut#1}}
```

$\overrightarrow{AB}$ $\overrightarrow{AB}$ $\overrightarrow{A'B'}$ $\overrightarrow{A'B'}$

```
$\overrightarrow{AB}$ $\Vect{AB}$
$\overrightarrow{AB}$ $\Vect{A'B'}$
```

10.3.4 Un arc

Première macro, permettant d'écrire $\overset{\frown}{AB}$.

```
\newlength{\longarc}
\newcommand{\arc}[1]{\settowidth{%
\longarc}{$#1$}
\addtolength{\longarc}{-0.5em}%
\unitlength \longarc \ensuremath{%
\stackrel{\begin{picture}(1,0.2)
\qbezier(0,0)(0.5,0.2)(1,0)
\end{picture}}{#1}}}
```

La commande `\stackrel` permet de placer au-dessus de l'argument (ici AB) une courbe qui a l'allure de la notation des arcs.

La commande `\ensuremath` permet d'utiliser la macro aussi bien en mode texte qu'en mode mathématique : `\arc{AB}` et `$\arc{AB}$` donnent le même résultat.

Seconde macro [4]*, permettant d'écrire* $\overset{\frown}{AB}$.

```
\newcommand\arcbis[1]{%
\overset{\;\rotatebox{90}{)}}{#1}}
```

10.3.5 Un arc orienté

Il ne s'agit ni plus ni moins que d'un dessin de flèche courbe (`\pscurve`) [5] placée au-dessus (`\stackrel`) d'un texte.

```
\stackrel{\begin{pspicture}(1,.1)
\psset{unit=\longarco}
\pscurve[linewidth=.5pt]{->}(0,0)(.5,.1)(1,0)
\end{pspicture}}
{#1}
```

(2). L'une pour les lignes horizontales et l'autre pour les lignes verticales ou les séparateurs de colonnes.

(3). `RC` pour Racine Carrée. Si l'enseignant n'utilise pas dans le même document la macro qui affiche $\mathbb{R}$, il peut simplement remplacer le nom `RC` par `R`.

(4). C'est simplement une parenthèse tournée de 90 degrés. L'inconvénient majeur est le non-respect de l'interligne (mais la solution avec `frown` à la page 65 ne le faisait pas non plus !).

(5). Les valeurs données de cette courbe sont modifiables !

10.3.6 Touches et écran de calculatrice

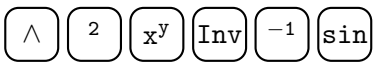
Voilà une macro \tc qui permet de représenter (à l'aide de pstricks pour le dessin) des touches d'une calculatrice [6] :

```
\newcommand\tc[1]{%
{\psset{unit=0.35cm}
\begin{pspicture}(-1,-1)(1,1)
\psframe[framearc=0.5](-1,-1)(1,1)
\rput(0,0){$\mathtt{#1}$}
\end{pspicture}}}
```

La compilation de

```
\tc{\surd} \tc{5} \tc{+} \tc{4} \tc{=}
```

donne :



sont obtenus avec
\tc{\wedge} \tc{^2} \tc{x^y}
\tc{Inv} \tc{^{-1}} \tc{sin}.

Cette macro ne demande qu'à être améliorée : couleur de fond des touches grisée, taille des caractères plus grande, etc.

On peut aussi utiliser le package fancybox dans lequel se trouve la commande Ovalbox :

```
\newcommand{\Touche}[1]{\Ovalbox{#1}}
```

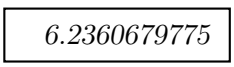
donnera

avec \Touche{\$}.

Une possibilité d'affichage de la réponse [7] est donnée par la macro suivante :

```
\newcommand\tr[1]{%
{\psset{xunit=18ex,yunit=0.7cm}
\pspicture(1,1) \psframe(1,1)
\uput[180](0.975,0.5){{\sl #1}}
\endpspicture}}
```

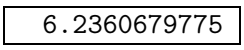
La compilation de \tr{6.2360679775} donne :



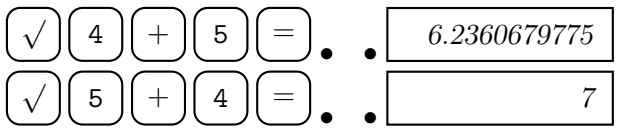
Une autre possibilité d'affichage de la réponse est donnée par une macro utilisant les tableaux [8] :

```
\newcommand\trr[1]{%
\begin{tabular}{|p{7em}|}
\hline
\raggedleft {\tt #1} \tabularnewline
\hline \end{tabular}}
```

La compilation de \trr{6.2360679775} donne :



On peut donc facilement imaginer un exercice où l'élève doive relier l'écriture en ligne et et le résultat correspondant :

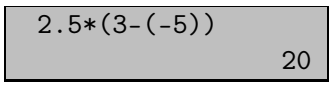



```
\begin{tabular}{%
r@{$\ \bullet\quad\bullet\ $}l}
\tc{\surd} \tc{5} ... &\tr{6.2360679775}
\tc{\surd} \tc{4} ... &\tr{3}\\
\end{tabular}
```

On peut aussi utiliser un tableau pour simuler un écran de calculatrice [9] :

```
\newcommand{\ecran}[2]{
\begin{tabular}{%
|>{\columncolor{lightgray}}p{10em}|}
\hline
{\tt #1} \tabularnewline
\raggedleft {\tt #2} \tabularnewline
\hline \end{tabular}}
```

La compilation de \ecran{2.5*(3-(-5))}{20} donne :



Par ailleurs, je signale l'existence du package keystroke. Après avoir inséré

```
\usepackage{keystroke}
```

dans le préambule, il suffit d'utiliser la commande \keystroke :

\keystroke{5} et \keystroke{Ctrl} donneront respectivement

et

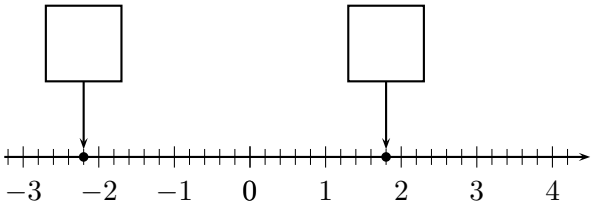
.

(6). touche calculatrice.
(7). Le cadre a du coup des dimensions constantes.
(8). La fonte télétype garantit que tous les symboles (chiffres et virgule) ont la même largeur, ce qui permet de fixer la longueur du tableau à 7 em.
(9). La couleur, en « RGB », (0.73,0.86,0.73) donne assez bien l'impression couleur d'un fond usuel.

10.3.7 Axe gradué et graduations

Dans le chapitre portant sur le dessin, nous verrons comment dessiner un axe graduée, de deux façons différentes.

Une macro `\GR` peut être construite pour compléter la figure ci-dessous. L'argument de cette macro est l'abscisse donnée à LaTeX.




```
\newcommand\GR[1]{\psdot(#1,0)
\psline{->}(#1,1)(#1,0.1)
\rput(#1,1){%
\psframe[fillstyle=solid](-0.5,0)(0.5,1)}}

\begin{pspicture}(-3.25,-1)(4.5,1.75)
\psaxes[yAxis=false,subticks=5,%
subtickcolor=black]{->}%
(0,0)(-3.25,-0.25)(4.5,0.25)
\GR{-2.2}
\GR{1.8}
\end{pspicture}}
```

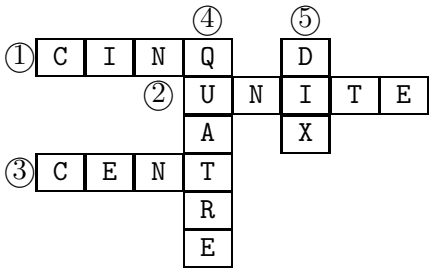
Cette macro est perfectible : on peut mettre en argument les abscisses des graduations extrêmes, le nombre de sous-graduations, l'encadré, etc.

10.3.8 Grille de mots

Il y a souvent dans les manuels des collégiens des grilles de mots.

Les grilles peuvent être faites à l'aide des commandes vues dans le chapitre des tableaux (et notamment les `\multicolumn`). Voici une autre piste.

La grille de mots ci-dessous



a utilisé la macro `\Lettre` suivante :

```
\newcommand\Lettre[1]{%
\begin{tabular}{|c|}%
\hline \texttt{#1} \\ \hline
\end{tabular}}
```

Le source de la grille est :

```
\begin{tabular}{c*{8}{@{}c@{}}}
&&&&\textcircled{4}&&\textcircled{5}&&\\
\textcircled{1}&\Lettre{C}&\Lettre{I}&
\Lettre{N}&\Lettre{Q}&&\Lettre{D}&&\\
&&&\textcircled{2}&\Lettre{U}&\Lettre{N}&
\Lettre{I}&\Lettre{T}&\Lettre{E}\\
&&&&\Lettre{A}&&\Lettre{X}&&\\ ...
\end{tabular}
```

Le fait d'imposer la famille télétype pour écrire les lettres garantit que les colonnes auront la même largeur [10] .

Pour la grille vierge donnée aux élèves, les lettres seront remplacées dans le source par une espace insécable `~`.

10.3.9 Encadré de cours

La macro `\Cadre` de la section 17.6.3, page 160 permet d'obtenir un (joli) encadrement dans le cours.

10.3.10 PGCD de deux nombres

La macro `\algoeucl` – dont le lecteur trouvera le source sur [41] – permet d'obtenir les différentes étapes du calcul du PGCD de deux nombres entiers [11] . Il suffit en effet de saisir `\algoeucl{125}{55}` pour obtenir [12] le texte suivant :

Calculons par l'algorithme d'Euclide le PGCD des nombres 125 et 55.
$125 = 55 \times 2 + 15$
$55 = 15 \times 3 + 10$
$15 = 10 \times 1 + 5$
$10 = 5 \times 2 + 0$
Le PGCD des nombres 125 et 55 est le dernier reste non nul du procédé, c'est-à-dire 5.

10.3.11 Texte souligné

On créer la commande `\Souligne` qui permet non seulement de souligner un texte mais aussi de placer [13] le trait au même décalage par rapport à la ligne de texte [14].

```
\newcommand\Souligne[1]{%
\underline{\vphantom#1}
```

(10). Si cela ne convient pas au lecteur, il peut procéder comme cela a été présenté plus haut pour centrer un texte dans une colonne de largeur donnée.
(11). La méthode utilisée est celle de l'algorithme d'Euclide. Deux packages particuliers se chargent d'effectuer les calculs intermédiaires et de mener à bien l'algorithme.
(12). Et sans erreur de calcul ou de frappe ! On imagine assez rapidement de plus la baisse du temps de frappe du corrigé !
(13). Grâce à une lettre avec jambage (ici, un g) et au `\vphantom`. Voir la sous-section 7.6.6, page 67.
(14). Voir aussi la sous-sous-section 3.5.6.1, page 32.

De A à B

```
\Souligne{De A à B}
```

10.3.12 Texte surligné

On veut surligner à chaque fois le mot introduit dans une définition par le même gris et l'écrire en gras dans tout le document. On écrit dans le préambule

```
\definecolor{gris}{gray}{0.85}
\newcommand{\surl}[1]{%
\colorbox{gris}{\textbf{#1}}}
```

(Ainsi, si l'on veut changer de couleur, il n'y a qu'à changer celle-ci dans le préambule plutôt qu'à chaque mot surligné mis en gras !)

Les **facteurs** d'un **produit** de deux nombres...

```
Les \surl{facteurs} d'un \surl{produit}...
```

10.3.13 Texte barré

Il y a au paragraphe 3.4.6.5, page 29, une macro permettant de barrer un texte.

10.3.14 Double filet d'encadrement

Il y a au paragraphe, 3.4.6.6, page 29, une macro permettant de dessiner un double filet [15] horizontal placé au-dessus et au-dessous d'un texte centré et (surtout !) ajusté sur la largeur de celui-ci.

10.4 Avec option

10.4.1 Principe. Coucou, Céline !

La valeur par défaut est toujours liée à `#1`.

Dans la macro suivante, les deux arguments de la commande sont les deux personnes à saluer et la valeur par défaut de la seconde personne est Céline.

```
\newcommand{\hello}[2]%
[Céline]{Coucou, #1 et #2 !}
```

La compilation de

```
\hello[Céline]{Benoît}
\hello{Alice}
```

donne :

Coucou, Céline et Alice !
Coucou, Céline et Alice !

De même,

```
\newcommand{\somme}[2][x]{%
#1_1+\cdots+#1_#2}
```

donnera

avec `$\somme{n}$` : $x_1 + \cdots + x_n$
avec `$\somme[y]{5}$` : $y_1 + \cdots + y_5$

10.4.2 Calculatrice autorisée

Dans la macro suivante (nécessitant le package `ifthen`), les arguments indiquent si, dans une évaluation, si la calculatrice est autorisée.

```
\newcommand{\calculatrice}[1][oui]{%
\ifthenelse{\equal{#1}{oui}}
{\fbox{Calculatrice autorisée.}}
{\fbox{Calculatrice non autorisée.}}}
```

Les appels suivants :

```
\calculatrice \par
\calculatrice[oui] \par
\calculatrice[non] \par
```

donnent :

Calculatrice autorisée.
Calculatrice autorisée.
Calculatrice non autorisée.

10.4.3 Polynômes

La macro suivante `\polynomial` permet d'écrire des polynômes. Elle existe dans le package éponyme.

Elle prend pour argument obligatoire la liste des coefficients séparés par des virgules qui, par défaut sont (1) consécutifs et (2) donnés dans l'ordre croissant (et le premier est le terme constant).

$2 - 4x + 5x^2$

```
$\polynomial{2,-4,5}$
```

Il y a différentes options [16] : `var` permet de changer la variable par défaut, `step` permet de changer le pas des coefficients, ...

$2 - 4t + 5t^2$
$2 - 4(\cos t) + 5(\cos t)^2$
$2 - 4x^2 + 5x^4$
$2x^2 - 4x + 5$
$2x - 4x^2 + 5x^3$
$2 - 4x^{-1} + 5x^{-2}$
$2t^2 - 4t + 5$

(15). Les filets (`rule`) sont décrits page 44.

(16). Certaines peuvent se révéler utiles quand on travaille en Première S les équations du second degré !

```
$\polynomial[var=t]{2,-4,5}$
$\polynomial[var=(\cos t)]{2,-4,5}$
$\polynomial[step=2]{2,-4,5}$
$\polynomial[reciprocal]{2,-4,5}$
$\polynomial[start=1]{2,-4,5}$
$\polynomial[falling]{2,-4,5}$
$\polynomial[reciprocal,var=t]{2,-4,5}$
```

Par ailleurs, le package `polynom` permet de les manipuler (comme les diviser, les factoriser, ...).

10.5 Variantes étoilées

La commande `\@ifstar{étoilé}{pas étoilé}` teste si le prochain caractère est le caractère * : si c'est le cas, elle lit `étoilé`, sinon, elle lit `pas étoilé`.

Voici une commande [17] qui permet de choisir un encadrement [18] parmi deux. On saisit dans le préambule :

```
\makeatletter
\newcommand\EncA[1]{\doublebox{#1}}
\newcommand\EncB[1]{\Ovalbox{#1}}
\newcommand\Encadr{\@ifstar{\EncA}{\EncB}}
\makeatother
```

La saisie de
`Deux \Encadr{boîtes} pour \Encadr*{encadrer}.`
donne après compilation :

Deux (boîtes) pour ╔encadrer╗.

10.6 Une présentation de DS

Voilà la macro que l'on peut utiliser dans des devoirs pour avoir toujours la même présentation.

On veut, par exemple, présenter le devoir 13 portant sur les fonctions à la seconde 4, le lundi 5 mars. Le numéro du DS, le titre du DS, la classe et la date sont bien évidemment modifiables à loisir ; la gestion se fera automatiquement.

La structure de la présentation est la suivante (avec les petites fioritures usuelles) :

```
\newcommand{\ds}[4]{%
\textsc{Devoir surveillé \no #1}
\hfill \textbf{\textsc{#2}}\par
#3\hfill\emph{#4}
\vspace{0.5cm}
\hrule\vspace{\baselineskip}}
```

Après compilation de
`\ds{13}{Fonctions}{Seconde 4}{Lundi 5 mars}`
on obtient en en-tête du devoir :

DEVOIR SURVEILLÉ N° 13 — FONCTIONS
Seconde 4 — *Lundi 5 mai*

Je laisse le collègue imaginer une présentation pour un DTL [19] avec en plus la date à laquelle il est donné et à laquelle il faut le rendre.

Remarque. Pour gagner de la place, on peut demander les nom et prénom dans l'en-tête. Voyez en 17.8.4, page 164.

10.7 Où les élèves répondent-ils ?

Dans un document sur lequel les élèves doivent écrire directement leurs réponses, voici proposés cinq supports possibles :
- un quadrillage (pour un texte ou une figure) à petits carreaux ;
- un quadrillage à grands carreaux ;
- un cadre blanc ;
- des lignes de pointillés ;
- un texte à trous.

10.7.1 Quadrillages à petits carreaux

10.7.1.1 Quadrillages à largeur fixe

La macro suivante dessine un quadrillage de longueur (modifiable) 17 cm (34 petits carreaux).

Il faut écrire dans le préambule la macro suivante :

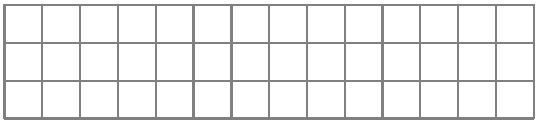
```
\newcommand\quadri[1]{%
\medbreak\textcolor{gray}
{\setlength\unitlength{5mm}
\begin{picture}(34,#1)
\multiput(0,0)(1,0){35}{\line(0,1){#1}}
\put(0,0){\line(1,0){34}}
\multiput(0,1)(0,1){#1}{\line(1,0){34}}
\end{picture}}\smallbreak}
```

Pour avoir un quadrillage de 1,5 cm de haut (3 petits carreaux), on écrit à l'endroit voulu :

```
\quadri{3}
```

Cela donne (il est écrit en fait dans la macro pour *cette* illustration 14 et non pas 34 [20]) :

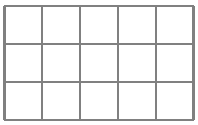
(17). Certaines commandes de LaTeX sont protégées et contiennent le caractère @ (« at »). La commande `\makeatletter` rend @ semblable aux autres lettres et permet d'accéder à ces commandes ; la commande `\makeatother` restaure le statut habituel de @.
(18). Les commandes `\doublebox` et `\Ovalbox` sont disponibles avec le package `fancybox`.
(19). Devoir en Temps Libre. Nos élèves internes n'aiment pas toujours (à juste titre !) l'expression « devoir à la maison ».
(20). La macro donnée est utilisé dans un document à présentation usuel, sans partage en deux colonnes.



10.7.1.2 Quadrillages à largeur variable

On peut créer sans difficulté un quadrillage de dimensions $m \times n$, qui peut se révéler utile lorsque que l'on travaille sur une fraction de la page [21] :

```
\newcommand\quadribis[2]{%
\setlength\unitlength{5mm}
\begin{minipage}{#1\unitlength}\medbreak
\textcolor{gray}{\begin{picture}(#1,#2)
\line(0,1){#2}
\multiput(1,0)(1,0){#1}{\line(0,1){#2}}
\put(0,0){\line(1,0){#1}}
\multiput(0,1)(0,1){#2}{\line(1,0){#1}}
\end{picture}}\medbreak
\end{minipage}
```



10.7.2 Quadrillages à gros carreaux

La macro suivante dessine un quadrillage de longueur 20 gros carreaux (marge comprise), longueur modifiable à souhait.

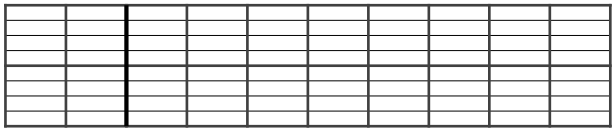
Il faut écrire dans le préambule la macro suivante :

```
\newcommand\quadrillage[1]{%
\psset{unit=.8cm}
\begin{pspicture}(0,-1)(20,#1)
\multirput(0,1){#1}{%
\psline[linewidth=0.15pt](0,0.25)(20,0.25)
\psline[linewidth=0.15pt](0,0.5)(20,0.5)
\psline[linewidth=0.15pt]
(0,0.75)(20,0.75)}
\psgrid[subgriddiv=1,gridlabels=0,%
gridwidth=1pt,gridcolor=darkgray,%
subgridwidth=0.1pt, subgridcolor=gray,%
labels=none](20,#1)%
\psline[linewidth=1.2pt](2,0)(2,#1)
\end{pspicture}\smallbreak}
```

Pour avoir un quadrillage de 2 carreaux de haut, on écrit à l'endroit voulu :

```
\quadrillage{2}
```

Cela donne (il est écrit en fait dans la macro pour *cette* illustration 10 et non pas 20 [22]) :



Sur ce modèle, on peut se créer un quadrillage de papier millimétré de m cm sur n cm...

10.7.3 Cadres blancs

Pour afficher un cadre blanc dans lequel l'élève inscrira sa réponse, on utilise le commande suivante, dans laquelle le paramètre est la hauteur du cadre, en millimètres :

```
\newcommand{\cadreblanc}[1]{%
\framebox[\linewidth][c]{%
\rule{0mm}{#1mm}}\par}
```

Ainsi la compilation de

```
Question 1\par \cadreblanc{20}
```

donnera dans l'énoncé du devoir :

Question 1

10.7.4 Lignes de pointillés

Voici une macro pour construire une boîte [23] contenant des lignes de pointillés.

```
\newcommand{\Pointille}[1][3]{%
\multido{}{#1}{%
\makebox[\linewidth]{\dotfill}\\[\parskip]
}}
```

L'argument de la commande est le nombre de fois qu'on voudrait faire des lignes en pointillés et sa valeur par défaut est fixée à 3.

La compilation [24] de `\Pointille[5]` donnera :

.....
.....
.....
.....
.....

On peut mettre la longueur en paramètre [25] :

(21). Par exemple dans une minipage à droite d'une minipage qui contient un énoncé.
(22). Même remarque que dans la note précédente.
(23). Voir page 40.
(24). Notez l'emploi ici de crochets.
(25). Il s'agit d'une nouvelle commande – avec un nom au pluriel – qui se diffère de l'autre par un paramètre supplémentaire.

```
\newcommand{\Pointilles}[2][3]{%
\multido{}{#1}{%
\makebox[#2]{\dotfill}\\[\parskip]
}}
```

`\Pointilles[2]{0.4\linewidth}` donnera :

.....
.....

10.7.5 Texte à trous

Voilà une macro pour construire un texte à trous.

```
\newlength{\hblanc}
\newcommand*{%
\blanc}[1]{\settowidth{\hblanc}%
{#1}\hspace*{\hblanc}}

Le th. de Pythagore est\dots\par
Le th. de \blanc{Pythagore} est\dots
```

Le th. de Pythagore est...
Le th. de est...

Cette macro permet donc de superposer un énoncé est son corrigé, sans avoir de superposition de caractères. On peut toutefois agrandir la zone de blanc en écrivant, par exemple, `\hspace*{1.75\hblanc}` à la place de `\hspace*{\hblanc}` pour écrire le texte manquant « à la main » [(26)] .

On peut aussi choisir de placer un trait horizontal à la place du blanc : [(27)]

Le th. de Pythagore est...
Le th. de _____ est...

```
\newlength{\hblancbis}
\newcommand*{%
\blancbis}[1]{\settowidth{\hblancbis}{#1}%
\rule[-1pt]{\hblancbis}{1pt}}

Le th. de Pythagore est\dots\par
Le th. de \blancbis{Pythagore} est\dots
```

10.8 Une présentation de QCM

Voilà une nouvelle méthode [(28)] pour concevoir des QCM. Elle produit deux versions du questionnaire : l'une est vierge et donnée aux élèves et l'autre est corrigée [(29)]. Le package `ifthen` est requis.

(26). Je pense à une utilisation de TBI.
(27). La commande `\rule` est étudiée page 44.
(28). D'après [55]. Le présent source est sur [126].
(29). Soit sur deux documents soit sur un seul, avec une copie-colle des questions.

Afin de pouvoir passer facilement du mode « énoncé » au mode « corrigé », définissons une variable booléenne *correction* et l'initialiser à *false* (*faux*) :

```
\newboolean{correction}
\setboolean{correction}{false}
```

Définissons aussi un compteur qui permettra de numéroter les questions :

```
\newcounter{QNumber}
```

Écrivons une macro `\Question` permettant de définir une nouvelle question. Cette macro reçoit deux arguments : le premier, facultatif, indique le caractère à placer en fin de question (le plus souvent :), et le second n'est autre que la question elle-même.

```
\newcommand{\Question}[2][:]{%
\stepcounter{QNumber}
\textbf{Qu. \theQNumber} -- #2~#1   }
```

Définissons aussi un environnement `Reponse` permettant d'entrer les différents choix (le ou les bonnes réponses et les distracteurs).

```
\newenvironment{Reponse}{%
\begin{list}{$\square$}{\leftmargin=5em}}{%
\end{list}\vspace{1em}}
```

Définissons maintenant la macro `\Vrai` (resp. `\Faux`) pour ajouter une proposition vraie (resp. fausse).

```
\newcommand{\Vrai}{%
\item[\ifthenelse{\boolean{correction}}{%
$\blacksquare$}{$\square$}]}
\newcommand{\Faux}{\item[$\square$]}
```

Le symbole utilisé par la macro `\Vrai` dépend de l'état de la variable booléenne `correction`. Par défaut, la valeur du booléen `correction` est `false`. Dans l'affichage du corrigé, les réponses vraies (comme les propositions initiales) sont précédées de ■ et les réponses fausses, de □, décalées de 5 em de la marge.

Exemple d'utilisation
La compilation de

```
\setboolean{correction}{true}
\Question{Énoncé 1}
    \begin{Reponse}
        \Vrai Réponse vraie 1 ;
        \Faux Réponse fausse 1 ;
        \Faux Réponse fausse 2 ;
        \Vrai Réponse vraie 2.
     \end{Reponse}
```

donnera pour le sujet :

Qu. 1 – Énoncé 1 :

- ☐ Réponse vraie 1 ;
- ☐ Réponse fausse 1 ;
- ☐ Réponse fausse 2 ;
- ☐ Réponse vraie 2.

En changeant ensuite la valeur du booléen `correction`, autrement dit en mettant `\setboolean{correction}{true}`, on obtient :

Qu. 1 – Énoncé 1 :

- ■ Réponse vraie 1 ;
- ☐ Réponse fausse 1 ;
- ☐ Réponse fausse 2 ;
- ■ Réponse vraie 2.

10.9 Une autre commande : \def

10.9.1 Une définition simple

On peut avoir besoin de faire varier, par exemple, des rayons de cercles pour que tous les cercles apparaissent dans la figure. Mais voilà, s'il y a une dizaine de cercles et que l'on cherche par essais le « bon » rayon, cela peut être long (et pas drôle !). On peut donc créer une variable avec `\def`.

Ainsi `\def\k{3}` affectera la valeur 3 à k.

10.9.2 Un exemple

Les cercles définis par `\pscircle(0,0){\k}` et `\pscircle(2,1){\k}`, dans la même figure, auront pour rayon 3.

On peut, dans le même ordre d'idée, écrire :
`\psset{unit=\k cm}`

Ceci écrit, `\newcommand{\k}{3}` fonctionne très bien ! Il est préférable d'utiliser `\newcommand` que `\def` quand c'est possible (comme ici !).

10.9.3 Attention, néanmoins !

Le problème principal avec `\def{nom}` est qu'aucun contrôle n'est effectué quant à l'existence d'une macro de même nom. Une macro définie précédemment peut être remplacée sans *aucun* avertissement. Alors que `\renewcommand{nom}` ne peut pas être remplacée.

Si l'on saisit `\def\k{3}` puis ensuite `\def\k{4}`, la valeur de k sera à ce moment égale à 4.

Si l'on saisit `\newcommand{\k}{3}` puis `\newcommand{\k}{4}`, on aura un message d'erreur signifiant que cette commande a déjà été créée. Il suffit alors de remplacer `\newcommand` par `\renewcommand`.

Nous venons de voir qu'utiliser des macros permet de simplifier le source et d'homogénéiser son document. Mais n'oublions pas de transmettre ces macros lors d'un échange de documents à un collègue !

Chapitre 11

Image

11.1 Insertion d'une image

11.1.1 PdfLaTeX ou LaTeX ?

Il existe deux modes de compilation d'un fichier .tex : LaTeX et pdfLaTeX.

LaTeX permet d'insérer des images dont le *seul* format accepté est le PostScript (`ps` ou `eps` [1]) ; pdfLaTeX permet d'insérer des images de tous les autres formats : `gif`, `jpeg`, `pdf` et `png`... [2]

Il faut donc faire un choix dès le départ et convertir, le cas échéant, toutes les images dans le format compatible avec la compilation. La dernière section du chapitre donne une adresse de site qui permet, le cas échéant, de faire cette conversion.

11.1.2 Avec TexMaker

L'éditeur TexMaker a une version sur Windows XP, une sur Linux et une sur Mac OS X [3] , j'indique la configuration idoine.

Commencer par entrer dans le menu « Options » sur Windows XP ou dans le menu « Préférences » de l'éditeur sur Mac OS X. Y choisir ensuite « Configurer Texmaker » puis « Compil rapide ».

Si la compilation est basée sur pdfLaTeX, choisir la proposition `PdfLaTeX + Voir PDF`.

Si la compilation est basée sur LaTeX, choisir la proposition `LaTeX + dvips + ps2pdf + Voir PDF`.

11.1.3 Mise en place

Dans le préambule, on demande l'extension nécessaire, `\usepackage{graphicx}`.

Pour inclure une image, on utilise l'instruction

`\includegraphics[`*options*`]{`*nomdelimage*`}`

Le chemin pour appeler l'image doit être correctement spécifié. Il est *conseillé* de placer l'image dans le *même* dossier que le fichier `.tex` qui l'appelle.

On peut aussi préciser le(s) répertoire(s) où chercher l'image avec la macro
`\graphicspath{`*sous-répertoires*`}`.

On peut aussi déclarer les extensions à chercher en utilisant la commande
`\DeclareGraphicsExtensions` . Cela permet d'écrire les noms de manière courte.

Si l'on écrit par exemple
`\graphicspath{{images/}{/home/img/}}`
`\DeclareGraphicsExtensions{.png,.jpg}`
et si l'on utilise la commande
`\includegraphics{filename}`
`\DeclareGraphicsExtensions{.png,.jpg}`
l'image sera d'abord cherchée dans le repère courant puis dans `images/` et enfin dans `/home/img/`. Le compilateur cherchera d'abord le fichier `filename.png` puis `filename.jpg`.

11.1.4 Options

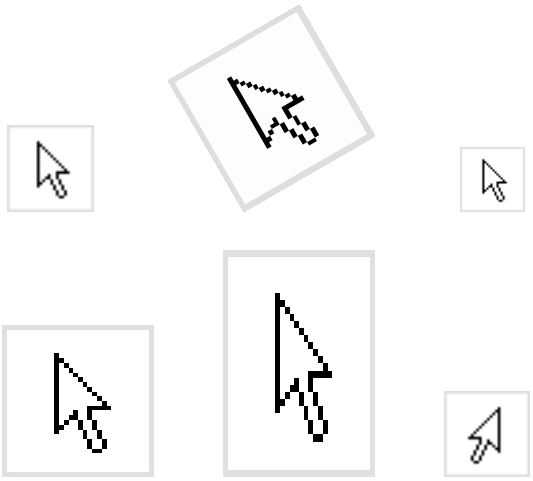
Les options sont les suivantes :

- `scale`=*coef*
  Elle est un facteur pour modifier proportionnellement les dimensions de l'image.
- `width`=*largeur*
  Elle spécifie la largeur de l'image, pouvant être aussi bien un nombre avec une unité (`3.5cm`, `2in`, ...) qu'une proportion de la ligne en cours (comme `0.2\linewidth`, qui signifie que « la largeur du graphique sera 20 % fois celle de la largeur du texte sur la page »).
- `angle`=*nombre*
  Elle permet de tourner l'image de *nombre* degrés.
- `heigth`=*hauteur*
  Elle fixe la hauteur de l'image à *hauteur*.
- `keepaspectratio`=*true*
  C'est un booléen qui, prenant les valeurs *true* et *false* permet de dimensionner l'image de telle sorte

(1). Encapsuled Postscript.
(2). D'un point de vue personnel, je conseille plutôt LaTeX car d'une part beaucoup de figures déposées sur l'e-toile sont faites à l'aide de pstricks et d'autre part les logiciels de géométrie usuels permet l'export au format `eps`.
(3). C'est au moins pour cela que je le présente en stage !

que les proportions soit respectées et que ni la largeur ni la hauteur ne dépassent les valeurs données à *width* et *height*.

Par exemple, les six images ci-dessous (dans le sens de lecture usuel)



sont liées aux lignes suivantes :

```
\includegraphics{a1.eps}
\includegraphics[width=2cm,angle=30]{a1.eps}
\includegraphics[scale=0.75]{a1.eps}
\includegraphics[height=2cm]{a1.eps}
\includegraphics[width=2cm,height=3cm]{a1.eps}
\reflectbox{\includegraphics{a1.eps}}
```

L'ordre des options est important. LaTeX exécute les commandes de gauche à droite.

```
\includegraphics[width=3cm,angle=45]{%
Raisins.eps}
\includegraphics[angle=45,width=3cm]{%
Raisins.eps}
```

Dans le premier cas, LaTeX a d'abord pris pour largeur de l'image 3 cm puis a effectué une rotation de 45 degrés et, dans le second cas, il a d'abord effectué une rotation de 45 degrés puis a pris pour largeur l'objet tourné 3 cm.

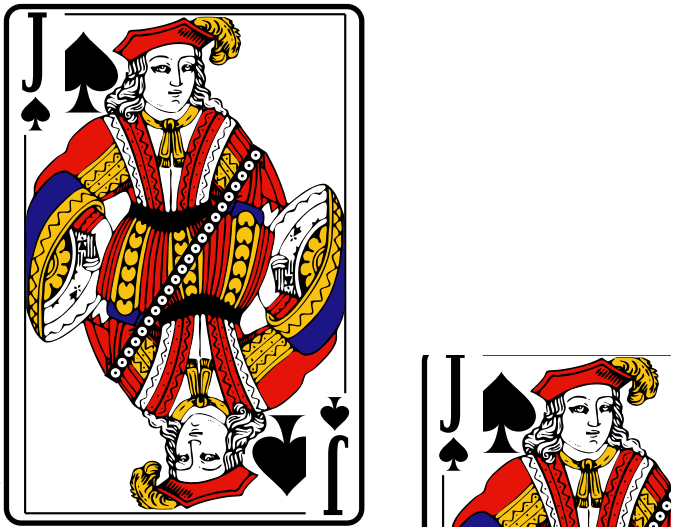
11.1.5 Découpage

11.1.5.1 Options `trim` et `clip`

Avec les options `clip` et `trim`, on peut insérer une partie d'une image dans un document.

Avec `trim`, on indique les longueurs sur lesquelles on rogne l'image. Pour que cette option ait de l'effet, il faut ajouter `clip=true`.

La syntaxe est la suivante : `trim=g b d h`
Si `g`, `b`, `d` et `h` sont des longueurs, on coupe l'image importée de `g` à partir de la gauche, `b` à partir du bas, `d` à partir de la droite, et `h` à partir du haut.



```
\includegraphics{V-pique.eps}
\hfill
\includegraphics[%
trim=0mm 45mm 15mm 1.5mm,clip=true]{V-pique.eps}
```

11.1.5.2 Bounding box

Si l'on essaie de compiler un source comportant
`\includegraphics{image.png}`
une erreur de compilation va apparaître : il vous manque apparemment un fichier `.bb`. En effet, pour pouvoir insérer une image PNG dans un document LaTeX, celui-ci doit connaître les dimensions de l'image, « Bounding Box » de l'image.

Une technique pour spécifier la bounding box d'une image consiste à utiliser l'option `bb` de la commande `\includegraphics` et lui préciser la dimension [4] de l'image, sous la forme :
`\includegraphics[bb=xi yi xs ys]{image.png}`
L'option `xi yi` identifie les coordonnées du coin gauche inférieur et l'option `xs ys` identifie les coordonnées du coin droit supérieur de la boite qui entoure l'image (Bounding Box).

(4). Si les unités ne sont pas données par l'utilisateur, LaTeX considère qu'il s'agit de `bp` (big point). 1 bp vaut environ 0,351 5 mm.

On saisira donc, par exemple,
`\includegraphics[bb=0 0 181 56]{image.png}`

11.2 Légende

Une image peut avoir une légende [5] , à laquelle on peut se référer :

FIGURE 11.1 – La voiture-clé de « Rush Hour »

La numérotation 11.1 signifie que c'est la figure en position 1 dans le chapitre 11. (Bien évidemment, cette numérotation standard peut être changée !)

11.3 Logiciels de géométrie

Certains logiciels de géométrie dynamique permettent d'exporter une figure créée au format `eps` : il y a Geogebra, Carmetal, ...

11.4 Deux banques d'images

11.4.1 Icônes de Geogebra

J'ai placé sur [117] et sur [118] les icônes des menus de Geogebra au format `eps`. Elles peuvent donc être insérées dans une feuille d'exercices donnée aux élèves !

```
\includegraphics[width=0.5in]{%
mode_regularpolygon_32.eps}
```

11.4.2 Cartes à jouer

Il y a sur [119] l'ensemble des cartes d'un jeu au format `eps`. Des images utiles pour un exercice sur la symétrie centrale ou sur les probabilités !

```
\begin{figure}[h]
\begin{center}
\includegraphics[width=0.8in]{R-coeur}
\qquad
\includegraphics[width=0.8in]{D-coeur}
\caption{Charles et Judith}
\label{CharlesJudith}
\end{center}
\end{figure}
```

(5). Pour le principe de la légende, se reporter à la notion de flottant, page 95.

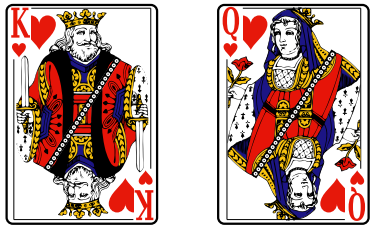


FIGURE 11.2 – Charles et Judith

11.5 Pour convertir une image

Pour convertir une image, on peut le faire :

- en ligne, via le site [114], par exemple ;
- en utilisant un logiciel comme ImageMagick ([115]) ou Gimp ([116]).

Chapitre 12

Dessins avec Pstricks

L'extension `pstricks` *est à appeler dans le préambule.*

Nota : Les grilles dessinées en gris clair permettent une meilleure compréhension du texte de la figure. Sous chaque figure ne sera donc écrit que le texte propre à la figure.

12.1 Environnement `pspicture`

12.1.1 Syntaxe

Il faut placer les instructions dans un environnement `pspicture` (une « boîte »). La syntaxe est :

```
\begin{pspicture}(x0,y0)(x1,y1)
...
\end{pspicture}
```

le point de cordonnées `(x0,y0)` étant « en bas à gauche » et le point de cordonnées `(x1,y1)` étant « en haut à droite ».

12.1.2 Formes raccourcies

Si le premier point a pour coordonnées `(0,0)`, on peut se contenter d'écrire `(x1,y1)` à la place de `(0,0)(x1,y1)`.

On peut remplacer [1]
`\begin{pspicture}(x0,y0)(x1,y1)...`
`\end{pspicture}` par
`\pspicture(x0,y0)(x1,y1)...\pspicture`.

12.1.3 Forme étoilée

La forme étoilée

```
\begin{pspicture*}(x0,y0)(x1,y1)
...
\end{picture*}
```

permet de rogner l'image et de ne dessiner que la partie dessinée dans un rectangle d'extrémités `(x0,y0)(x1,y1)`.

(1). Même si c'est une syntaxe TEX, et non pas LATEX.

12.2 Paramètres d'une figure

12.2.1 Quelques paramètres par défaut

- Pstricks utilise comme origine du système d'axe le point d'insertion de la commande ;
- unité graphique : 1 cm
- épaisseur d'un trait : 0,8 pt
- couleur d'un trait : noir

D'autres paramètres sont présentés au fil du chapitre.

12.2.2 Changer des paramètres

`\psset{paramètre=valeur}` permet de modifier la valeur d'un paramètre graphique. Cette valeur sera interprétée pour l'entière figure.

Par exemple, si l'on veut changer l'unité graphique, on écrit (par exemple) avant le `\begin{pspicture}`) :

```
\psset{xunit=2cm,yunit=0.5cm}
```

Si les deux unités graphiques sont les mêmes, on peut utiliser un `unit` seulement :
`\psset{unit=2cm}`

Si toutes les lignes ont pour épaisseur 2,5 pt, on peut écrire :
`\psset{linewidth=2.5pt}`
plutôt que de l'écrire pour chaque ligne.

On peut regrouper plusieurs valeurs :
`\psset{unit=2cm,linewidth=2.5pt}`

Les unités de longueur utilisables sont :
- millimètre : `mm`
- centimètre : `cm`
- pouce : `in`
- point : `pt` (0,35 mm)
- largeur d'un m : `em`
- hauteur d'un x : `ex`

L'unité n'a pas toujours à être précisée. Si l'on pose `\psset{unit=2cm}` alors, lorsqu'ils sont écrit ensuite, `\psset{linewidth=1cm}` et `\psset{linewidth=0.5}` sont équivalents.

On mettra, enfin, entre accolades { } le bloc de lignes de saisie lorsque les dimensions (unité, épaisseur, ...)

changent d'une figure à l'autre, pour ne pas que les paramètres de la figure associée soit prise en compte pour d'autres figures. (En utilisation locale, donc.)

`{\psset{linecolor=yellow}\psline(0,0)(4,2)}` trace un segment de couleur jaune et seulement ce segment sera colorié en jaune.

On peut aussi utiliser les paramètres optionnels des commandes. Les deux saisies suivantes sont équivalentes [(2)].

```
\psline[linecolor=blue]{->}(0,1)(1,0)
\psline[linecolor=blue]{->}(0,0)(1,1)

{ \psset{linecolor=blue}
\psline{->}(2,-1)(3,2)
\psline{->}(0,0)(1,1) }
```

12.2.3 Placement du graphique

Les objets de Pstricks ont des dimensions nulles, c'est-à-dire que le point de référence n'est pas modifié.

Une montagne bizarre.

```
Une montagne \psline(0,0)(1,0.5)(2,0) bizarre.
```

L'environnement `pspicture` réserve la place au graphique.

Une montagne bizarre.

```
Une montagne
\begin{pspicture}(0,0)(2,0.5)
\psline(0,0)(1,0.5)(2,0)
\end{pspicture}
bizarre.
```

12.2.4 Créer des styles de paramètres

La commande `\newpsstyle` permet de créer des ensembles de style.

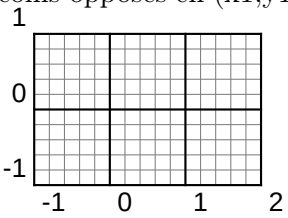
```
\newpsstyle{r3}{linecolor=red,linewidth=3mm}
\newpsstyle{b1}{linecolor=blue,linewidth=1mm}
\begin{pspicture}(0,0)(5,1)
\psframe[style=r3](0,0)(2,1)
\psframe[style=b1](3,0)(5,1)
\end{pspicture}
```

(2). Toutefois, si l'on veut modifier la figure, chacun des deux paramètres n'a à être modifié qu'une seule fois dans la seconde saisie.

12.3 Grilles

On peut dessiner des grilles.

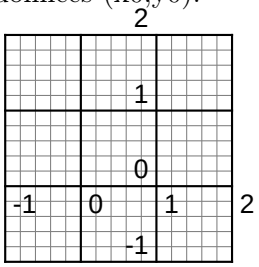
La commande `\psgrid(x1,y1)(x2,y2)` dessine une grille avec des coins opposés en (x1,y1) et en (x2,y2).




```
\begin{pspicture}(-1,-1)(2,1)
\psgrid(-1,-1)(2,1)
\end{pspicture}
```

Si la commande `\psgrid` est donnée sans argument – c'est-à-dire sans les coordonnées des extrémités – alors la grille occupe toute la figure.)

La commande `\psgrid`$(x0,y0)(x1,y1)(x2,y2)$ dessine une grille avec des coins opposés en (x1,y1) et en (x2,y2) et dont les intervalles sont placés par rapport au point de coordonnées (x0,y0).




```
\psgrid(1,0)(-1,-1)(2,2)
```

Il y a plusieurs options :

`unit=`*`unit`* par défaut : 1cm
Longueur du côté du carreau unité

`gridwidth=`*`dim`* par défaut : .8pt
Épaisseur des lignes principales

`gridcolor=`*`color`* par défaut : black
Couleur des lignes principales

`griddots=`*`num`* par défaut : 0
Si $num > 0$, les lignes sont en pointillés, avec *num* points par graduation.

`gridlabels=`*`dim`* par défaut : 10pt
Taille des nombres utilisés pour graduer

`gridlabelcolor=`*`color`* par défaut : black
Couleur des nombres utilisés pour graduer

`subgriddiv=`*`int`* par défaut : 5
Nombre de sous-graduations de la grille.

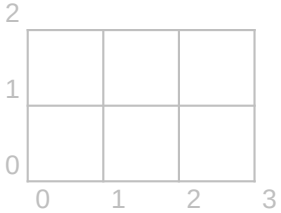
`subgridwidth=`*`dim`* par défaut : .4pt
Épaisseur des lignes secondaires

`subgridcolor=`*`color`* par défaut : gray

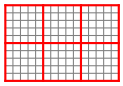
Couleur des lignes secondaires

`subgriddots=`*num* par défaut : 0

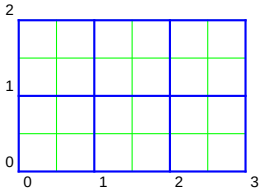
Comme `griddots`, pour les sous-graduations



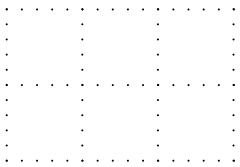
```
\begin{pspicture}(0,0)(3,2)
\psgrid[subgriddiv=0,gridcolor=lightgray,%
gridlabelcolor=lightgray](0,0)(3,2)
\end{pspicture}
```



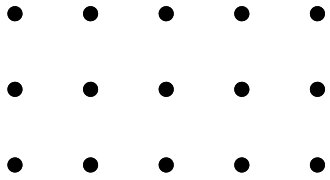
```
\begin{pspicture}(0,0)(1.5,1)
\psgrid[unit=0.5cm,gridcolor=red,%
gridlabels=0](3,2)
\end{pspicture}
```



```
\psgrid[gridcolor=blue,subgriddiv=2,%
subgridcolor=green,gridlabels=2mm]
(3,2)
```

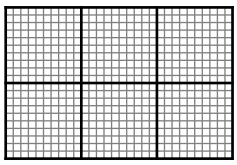


```
\psgrid[griddots=5,gridlabels=0,
subgriddiv=1](3,2)
```



```
\psgrid[griddots=1,gridlabels=0,
gridwidth=2mm,subgriddiv=1](4,2)
```

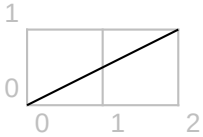
Application au papier millimétré :



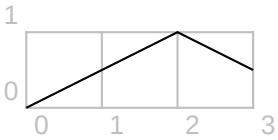
```
\begin{pspicture}(0,0)(3,2)
\psgrid[subgriddiv=10,gridlabels=0,%
 gridwidth=1pt,subgridwidth=0.5pt](0,0)(3,2)
\end{pspicture}
```

12.4 Lignes

12.4.1 Lignes « droites »



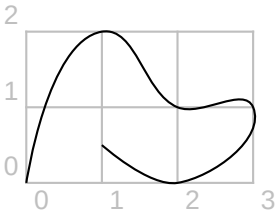
```
\begin{pspicture}(0,0)(2,1)
\psline(2,1)
\end{pspicture}
```



```
\psline(0,0)(2,1)(3,0.5)
```

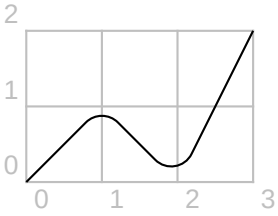
12.4.2 Lignes « courbes »

Pour une courbe [3] passant par des points donnés :

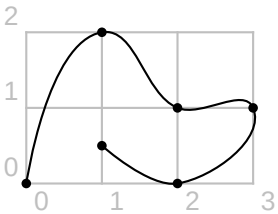


```
\pscurve(0,0)(1,2)(2,1)(3,1)(2,0)(1,0.5)
```

L'option `linearc` indique le rayon des arcs de cercle dessinés aux angles dans le cas d'une ligne brisée.



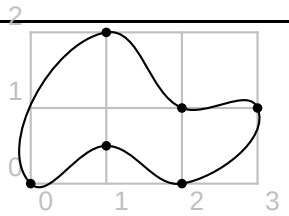
```
\psline[linearc=0.3](0,0)(1,1)(2,0)(3,2)
```



```
\pscurve[showpoints=true](0,0)(1,2)(2,1)...
```

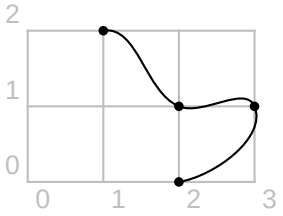
La commande `\psccurve` permet de dessiner une courbe fermée entre les points.

(3). En fait, il s'agit d'une courbe de Bézier par morceaux où sont donnés seulement les points d'interpolation : graphiquement, la courbe lisse.



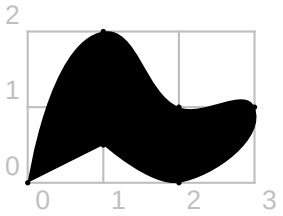
```
\psccurve[showpoints=true]%
(0,0)(1,2)(2,1)(3,1)(2,0)(1,0.5)
```

La commande `\psecurve` [4] permet de dessiner une courbe sans y placer le premier et le dernier point [5].



```
\psecurve[showpoints=true]%
(0,0)(1,2)(2,1)(3,1)(2,0)(1,0.5)
```

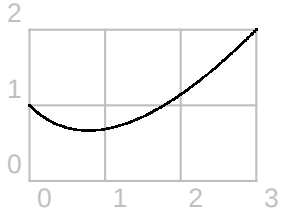
La commande étoilée `\pscurve*` trace une surface pleine délimitée par la courbe et le segment joignant les points extrêmes.



```
\pscurve*[showpoints=true]%
(0,0)(1,2)(2,1)(3,1)(2,0)(1,0.5)
```

On peut tracer un arc en utilisant une courbe de Bézier quadratique. Celle-ci est définie par trois points de contrôle A, B et C, où A et C sont les extrémités de la courbe et les tangentes en A et en C passent par B.
La syntaxe est :

```
\qbezier(xA,yA)(xB,yB)(xC,yC)
```



```
\qbezier(0,1)(1,0)(3,2)
```

Pour colorier l'aire entre deux courbes, je renvoie à la sous-section 13.5.2, page 138.

(4). c pour *closed* et e pour *edge*.
(5). Ils sont quand même pris en compte dans les calculs de la courbe finale.

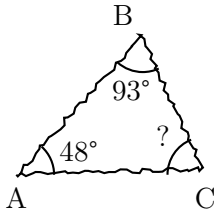
12.4.3 Lignes « à main levée »

L'extension `pstricks-add` permet de dessiner à main levée.

Voici, par exemple, un segment :


```
\begin{pspicture}(0,-0.5)(3,0.5)
\pslineByHand(0,0)(3,0)
\end{pspicture}
```

Cela permet, entre autres, de dessiner des triangles à main levée :




```
\pslineByHand(0,0)(2.5;48)(2.5;0)(0,0)
```

L'amplitude est réglée par le paramètre `varsteptol` (0,8 par défaut) et la largeur par `VarStepEpsilon` (2 par défaut) :

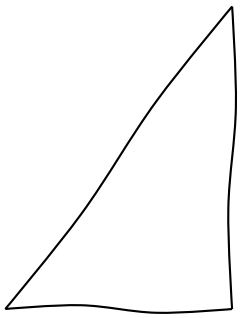

```
\pslineByHand(0,0)(\linewidth, 0)
```



```
\pslineByHand[VarStepEpsilon=10,%
varsteptol=1](0,0)(\linewidth, 0)\\
```

Il y a une autre possibilité, en utilisant la commande `pscurve` vue plus haut... mais il faut plus bidouiller ! Je laisse au lecteur deux exemples des mêmes types que ceux donnés précédemment.

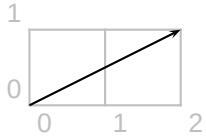

```
\pscurve(0,0)(1,0.05)(2,-.05)(3,0)
```



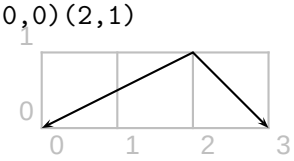
```
\begin{pspicture}(-0.5,-0)(3.5,4)
\pscurve(0,0)(1,0.05)(2,-.05)(3,0)
\pscurve(3,0)(2.95,1.33)(3.05,2.67)(3,4)
\pscurve(0,0)(1,1.25)(2,2.75)(3,4)
\end{pspicture}
```

12.5 Flèches et autres extrémités

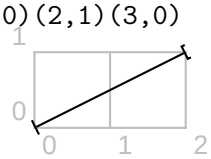
{*flèche*} permet de mettre des flèches aux extrémités des traits. Voici quelques exemples :



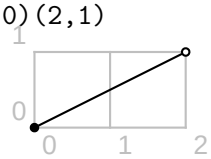
```
\psline{->}(0,0)(2,1)
```



```
\psline{<->}(0,0)(2,1)(3,0)
```



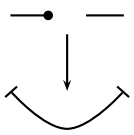
```
\psline{|-[}(0,0)(2,1)
```



```
\psline{*-o}(0,0)(2,1)
```

Les valeurs peuvent se combiner.

```
{\psset{unit=0.5cm}
\begin{pspicture}(0.5,0.5)(4.5,4.5)
\psline{-*}(1,4)(2,4)
\psline{-}(3,4)(4,4)
\psline{->}(2.5,3.5)(2.5,2)
\pscurve{|-|}(1,2)(2.5,1)(4,2)
\end{pspicture}}
```

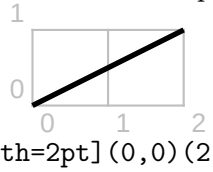


12.6 Options

[opt] est une option qui permet de modifier les caractéristiques des objets représentés.

12.6.1 Épaisseur

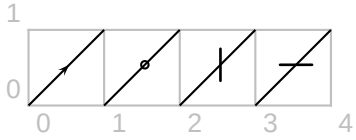
[linewidth=largeur] modifie l'épaisseur de la ligne.



```
\psline[linewidth=2pt](0,0)(2,1)
```

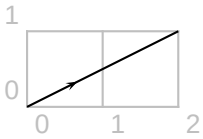
12.6.2 Codage

On peut « coder » les lignes :



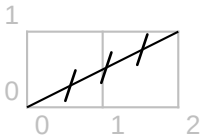
```
\psline[ArrowInside=->](0,0)(1,1)
\psline[ArrowInside=-o](1,0)(2,1)
\psline[ArrowInside=-t](2,0)(3,1)
\psline[ArrowInside=-T](3,0)(4,1)
```

On peut préciser la position sur la ligne [6] :



```
\psline[ArrowInside=->,ArrowInsidePos=0.3]...
```

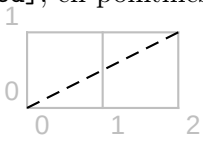
Ou encore le nombre de motifs :



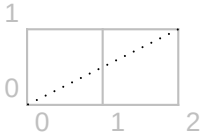
```
\psline[ArrowInsideNo=3,ArrowInside=-t]...
```

12.6.3 Style : pointillés, ...

[linestyle=dashed] trace la ligne en traitillés et [linestyle=dotted], en pointillés.

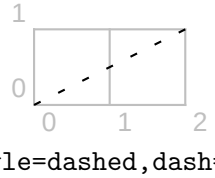


```
\psline[linestyle=dashed](0,0)(2,1)
```



```
\psline[linestyle=dotted](0,0)(2,1)
```

On peut choisir le type de traitillés. Les distances mises en options donnent les longueurs alternativement des segments noirs (visibles) – les premières données – et blancs (invisibles). [7]



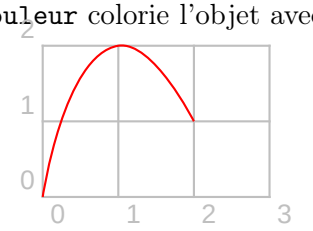
```
\psline[linestyle=dashed,dash=3pt 8pt]...
```

(6). 0.3 signifie « à 30 % du segment à partir de la première extrémité.

(7). La valeur par défaut est 5pt 3pt .

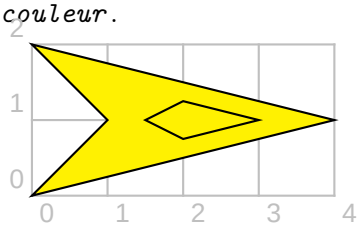
12.6.4 Couleur

`linecolor=couleur` colorie l'objet avec une couleur.



```
\pscurve[linecolor=red](0,0)(1,2)(2,1)
```

L'option `fillstyle=solid` permet de remplir l'objet par la couleur sollicitée au moyen de la commande `fillcolor=`*`couleur`*.



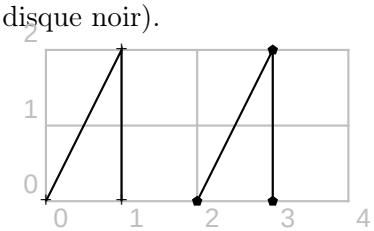
```
\begin{pspicture}(0,0)(4,2)
\pspolygon[fillstyle=solid,fillcolor=yellow]%
   (0,0)(4,1)(0,2)(1,1)
\pspolygon(3,1)(2,1.25)(1.5,1)(2,0.75)
\end{pspicture}
```

Attention à l'ordre des commandes ! Commencez le dessin par les éléments de l'arrière-plan et finissez par ceux du premier plan.

Comme je l'ai signalé dans un chapitre précédent, je donne (pages 38 et 39) les 317 couleurs définies dans l'extension `xcolor` avec l'option `x11names`, avec les quantités de rouge, vert et bleu incluses correspondantes, dans l'ordre alphabétique.

12.6.5 Points

On peut changer le style d'affichage des points (par défaut, un disque noir).



```
\psline[showpoints=true,dotstyle=+]%
(0,0)(1,2)(1,0)
\psline[showpoints=true,dotstyle=pentagon*]%
(2,0)(3,2)(3,0)
```

Les 10 styles sont :

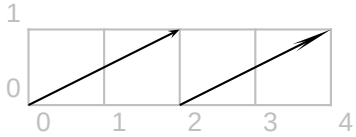
o	○	○	○	+	+	+	+
square	□	□	□	square*	■	■	■
*	•	•	•				
triangle	△	△	△	triangle*	▲	▲	▲
diamond	◊	◊	◊	diamond*	♦	♦	♦
pentagon	⬠	⬠	⬠	pentagon*	⬟	⬟	⬟

Il ne faut pas oublier le `showpoints=true`.

12.6.6 Longueur des flèches

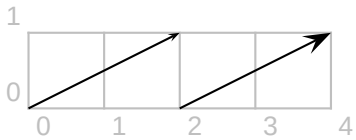
Voici quelques paramètres pour les flèches ; leur valeur par défaut est donnée en fin de ligne (correspondant à la flèche de gauche).

`arrowlength` fixe la longueur de la flèche en fonction de la largeur de ligne `1.4`



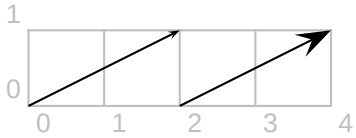
```
\psline{->}(0,0)(2,1)
\psline[arrowlength=5]{->}(0,0)(2,1)
```

`arrowsize` [8] fixe la largeur de la flèche en fonction de la largeur de la ligne `3pt 2`



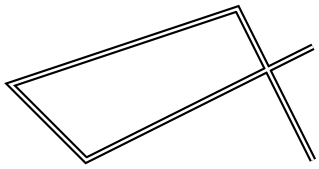
```
\psline[arrowsize=5pt 3]{->}(0,0)(2,1)
```

`arrowscale` `1`



```
\psline[arrowscale=3]{->}(0,0)(2,1)
```

12.6.7 Double trait



```
\psline[doubleline=true](4,1.5)(1,0)...
```

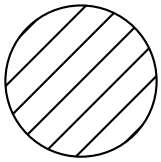
12.6.8 Hachures

Pour les figures fermées, on peut définir le type de remplissage :

- `fillstyle=`*`valeur`* : motif de remplissage, *`valeur`* pouvant être :
  - `crosshatch` : hachures croisées à 45°,
  - `hlines` : hachures simples à 45°,
  - `vlines` : hachures simples à −45°,
  - `solid` : plein ;
- `fillcolor`=couleur de fond ;
- `hatchcolor`=couleur des hachures ;

(8). Ce paramètre se décompose en deux parties, *dim* et un nombre, *n*. Ainsi, si la largeur de la ligne qui doit être fléchée est *w*, la largeur de la flèche sera $larg = n \times w + dim$, la longueur de la flèche sera $long = larg \times arrowlength$ et la hauteur de l'empenage sera $long \times arrowinset$.

- `hatchwidth`=épaisseur du trait ;
- `hatchsep`=espacement des traits ;
- `hatchangle`=angle des traits.



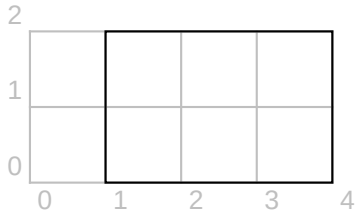
```
\begin{pspicture}(-1,-1)(1,1)
\pscircle[%
fillstyle=hlines,hatchsep=3mm](0,0){1}
\end{pspicture}
```

12.7 Figures usuelles

12.7.1 Rectangles, polygones, etc.

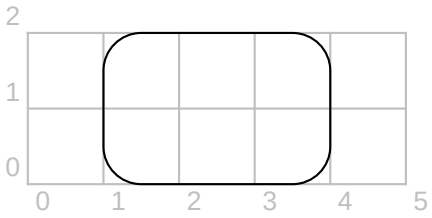
12.7.1.1 Rectangles et polygones

`\psframe[opt](`x_0`,`y_0`)(`x_1`,`y_1`)` permet de tracer un rectangle dont dont les extrémités de la diagonale ont pour coordonnées (x_0,y_0) et (x_1,y_1).



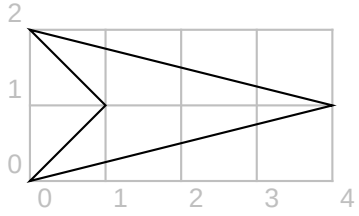

```
\psframe(1,0)(4,2)
```

On peut arrondir les coins du rectangle en utilisant l'option `framearc`. Ce nombre, égal à 0 par défaut, est compris entre 0 et 1. Le rayon de l'arrondi est égal à la moitié du minimum entre la longueur et la largeur multiplié par ce cœfficient :




```
\psframe[framearc=0.5](1,0)(4,2)
```

`\pspolygon[opt](x0,y0)(x1,y1)...(xn,yn)` permet de tracer un polygone :



On notera la différence entre un polygone et une ligne fermée [9] :

```
\psline[linewidth=3mm](0,0)(1,0)(0,1)(0,0)
\pspolygon[linewidth=3mm](0,0)(1,0)(0,1)
```

12.7.1.2 Un triangle... eulérien

Nous avons souvent besoin de triangles dans nos documents. (Un triangle est un polygone à 3 côtés, ce qui justifie sa place dans cette sous-section.)

Voici [10] un triangle ABC qui a le très bon goût d'avoir la quasi-totalité de points associés à coordonnées entières, ce qui est intéressant lorsque l'on veut placer [11] un point particulier ou tracer une droite particulière. Il ne vous reste ensuite qu'à modifier l'échelle, effectuer une rotation, ...

	x	y	
A	3	56	
B	45	50	
C	21	2	
A'	33	26	milieu de [BC]
B'	12	29	milieu de [AC]
C'	24	53	milieu de [AB]
G	23	36	centre de gravité
H	27	44	orthocentre
O	21	32	centre du cercle circonscrit de rayon $r = 30$
E	24	38	centre du cercle d'Euler milieu de [HO]
I	23,6	38,8	centre du cercle inscrit

Une figure correspondante est donnée page 133. Le source est sur [126].

12.7.1.3 Pour un Sudoku

Il y a plusieurs possibilités pour dresser une grille de Sudoku. L'une d'elles consiste à utiliser un tableau... mais il faut un peu transpirer pour que le résultat soit celui voulu : cellules carrées, bordures plus ou moins épaisses, ... Une autre consiste à utiliser le très riche package `cwpuzzle` [49].

(9). L'épaisseur du trait est volontairement choisie ici pour montrer la différence.
(10). D'après une activité de l'IREM de Lorraine, « Le secret de Leonhard ».
(11). Parce que, entre nous, placer un centre de gravité de coordonnées qui ressemblent à (17/15 , 539/64)...
Les coordonnées de I sont approchées à 0,1 près.

Le lecteur remarquera l'emploi de deux `\newcommand`[12] . La première[13] définit le style de tous les nombres donnés[14] , la seconde, celui de tous les nombres à trouver[15] .

3	2	1	4
1	4	3	2
2	1	4	3
4	3	2	1

```
\newcommand{\CD}[1]{{\large #1}}
\newcommand{\CS}[1]{%
\textcolor{red}{\large #1}}
\begin{pspicture}(0.5,0.5)(4.5,4.5)
\psframe[linewidth=2pt](0.5,0.5)(4.5,4.5)
\psline[linewidth=1.5pt]%
(2.5,0.5)(2.5,4.5)
\psline(1.5,0.5)(1.5,4.5) ...
\rput(1,3){\CD{1}} ...
\rput(1,1){\CS{4}} ...
\end{pspicture}
```

12.7.2 Parabole

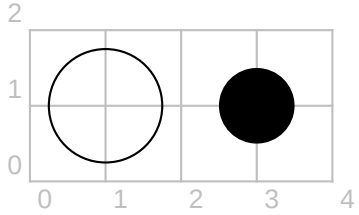
On peut tracer un arc de parabole de direction asymptotique l'axe (Oy) avec la commande :

`\parabola`$(x0,y0)(x1,y1)$

La parabole a pour sommet le point de coordonnées $(x0,y0)$ et passe par le point de coordonnées $(x1,y1)$ en s'arrêtant à ce point. Les deux branches de la paraboles sont (évidemment) symétriques.

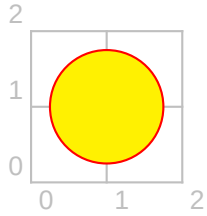
12.7.3 Cercles, disques et ellipses

`\pscircle`(x_0,y_0){r} permet de tracer le cercle de centre de coordonnées (x_0,y_0) et de rayon r.
La version étoilée dessine le disque (en noir).



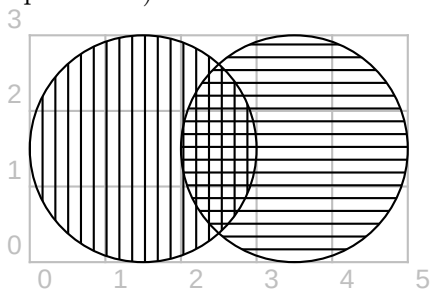

```
\pscircle(1,1){0.75}  \pscircle*(3,1){0.5}
```

Le disque est obtenu à partir du cercle à l'aide de l'option `fillstyle=solid` et sa couleur, à l'aide de `fillcolor=`*`couleur`*. On peut peindre le disque et le cercle :




```
\pscircle[linecolor=red,%
fillstyle=solid,fillcolor=yellow]%
(1,1){0.75}
```

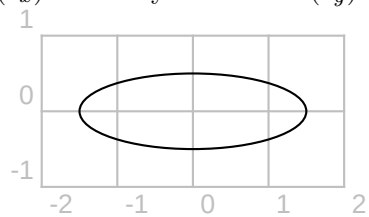
Les disques peuvent être hachurés (les hachures sont expliquées plus haut) :




```
\pscircle[fillstyle=hlines,hatchangle=90]%
(1.5,1.5){1.5}
\pscircle[fillstyle=hlines,hatchangle=0]%
(3.5,1.5){1.5}
```

Cela peut être pratique[16] lorsque l'on veut superposer deux disques peints... car les couleurs ne s'associent pas ! Un exemple dans ce cas est donné avec la commande `\pscustom`, page 118.

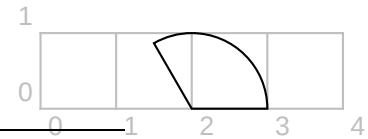
`\psellipse[opt]`$(x_0,y_0)(r_x,r_y)$ permet de tracer l'ellipse de centre de coordonnées $(x_0\,;y_0)$ et de rayon horizontal (r_x) et de rayon vertical (r_y).




```
\psellipse(0,0)(1.5,0.5)
```

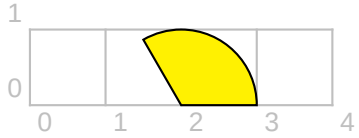
12.7.4 Secteurs et arcs

`\pswedge`(x_0,y_0){r}{a}{b} permet de tracer le secteur de centre de coordonnées (x_0,y_0), de rayon r depuis l'angle de mesure a jusqu'à l'angle de mesure b, en degrés.

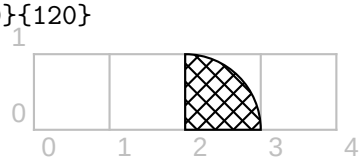


(12). Voir cette notion page 97.
(13). Chiffres Donnés, Chiffres Solutions.
(14). Il n'y a pas que des nombres qui peuvent remplir des cases : voyez des exemples de « Sudomath » dans la brochure *Jeux 8* de l'APMEP.
(15). Je conseille alors de regrouper toutes les lignes de saisie des nombres à trouver : lorsqu'ils sont mis en commentaire, on a la grille de départ, à compléter.
(16). Notamment lorsque l'on parle des diagrammes de Venn.

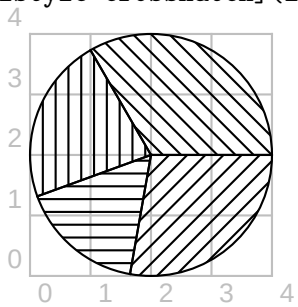
```
\pswedge(2,0){1}{0}{120}
```



```
\pswedge[fillstyle=solid,fillcolor=yellow]%
(2,0){1}{0}{120}
```

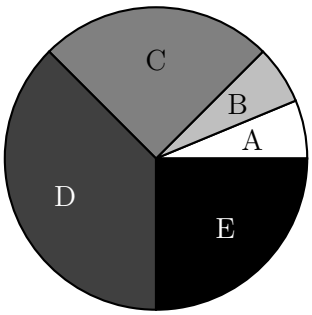


```
\pswedge[fillstyle=crosshatch](2,0){1}{0}{90}
```



```
\pswedge[fillstyle=hlines,hatchangle=135]
   (2,2){2}{0}{120}
\pswedge[fillstyle=hlines,hatchangle=90]
   (2,2){2}{120}{200}
\pswedge[fillstyle=hlines,hatchangle=0]
   (2,2){2}{200}{260}
\pswedge[fillstyle=hlines,hatchangle=45]
   (2,2){2}{260}{360}
```

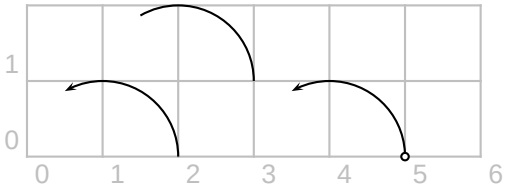
Avec l'extension `pstricks-add`.




```
\psset{unit=2cm,fillstyle=solid}
\pspicture(-1,-1)(1,1)
\pswedge{1}{0}{22.5}
\pswedge[fillcolor=lightgray]{1}{22.5}{45}
\pswedge[fillcolor=gray]{1}{45}{135}
\pswedge[fillcolor=darkgray]{1}{135}{270}
\pswedge[fillcolor=black]{1}{270}{360}
\rput(0.65;11.25){A} \rput(0.65;33.75){B}
\rput(0.65;90){C}
\rput(0.65;202.5){\white D}
\rput(0.65;315){\white E}
\endpspicture
```

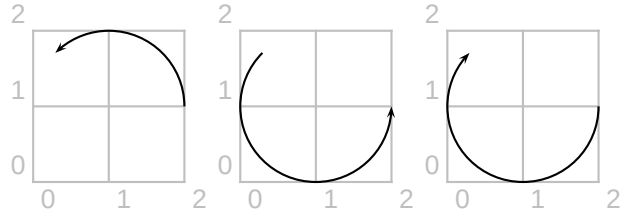
(La notation polaire « (0.65;11.25) » sera détaillée dans le paragraphe 12.7.5.)

On crée un arc de cercle de même :



```
\psarc(2,1){1}{0}{120}
\psarc{->}(1,0){1}{0}{120}
\psarc{o->}(4,0){1}{0}{120}
```

Pour dessiner un arc dans le sens indirect, on utilise l'instruction `\psarcn`.



Les arcs sont obtenus respectivement avec les instructions suivantes :

```
\psarc{->}(1,1){1}{0}{135}
\psarc{->}(1,1){1}{135}{0}
\psarcn{->}(1,1){1}{0}{135}
```

Si l'on veut juste tracer l'arc sans l'orienter, les deux dernières instructions (débarrassées de {->}) sont semblables. En revanche, lorsque l'on veut dessiner (et peindre) une figure contenant des arcs (comme dans le paragraphe suivant), il faut savoir faire la différence.

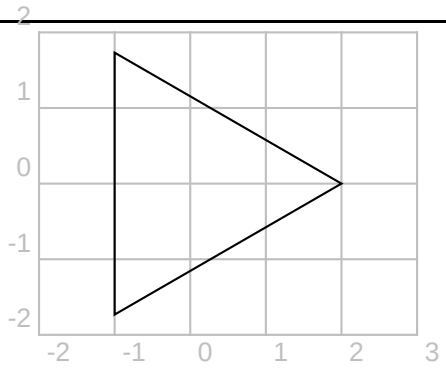
12.7.5 La commande `\SpecialCoor`

La commande `\SpecialCoor` permet d'utiliser six types de coordonnées différents :

- les coordonnées cartésiennes usuelles `(x,y)` ;
- les coordonnées polaires `(r;a)` ;
- les coordonnées d'un nœud (`node`) ;
- les coordonnées par rapport à un nœud (`[par]node`) ;
- les coordonnées calculées par des expressions postscript (`!expr`) ;
- des types différents pour l'abscisse et l'ordonnée (`coord1|coord2`).

Plus particulièrement, avec le coordonnées polaires, un point de coordonnées polaires [*rayon*, *angle*] est alors codé (*rayon*;*angle*).

Le point de coordonnées cartésiennes (1,1) est alors noté `(1.414;45)`.

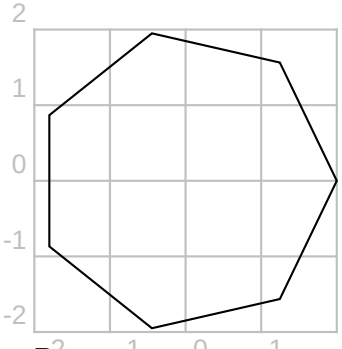



```
\SpecialCoor
\pspolygon(2;0)(2;120)(2;240)
```

12.8 Commande \degrees[num]

Elle permet de travailler avec une mesure des angles allant de 0 à `num`. Autrement dit, `num` donne le nombre de sous-divisions régulières du cercle.

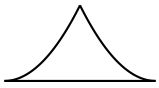
```
{\SpecialCoor
\degrees[7]
\begin{pspicture}(-2,-2)(2,2)
\pspolygon(2;0)(2;1)(2;2)(2;3)(2;4)(2;5)(2;6)
\end{pspicture}}
```



Par conséquent, on peut utiliser `\degrees[100]` pour faire un camembert quand les proportions en pourcentage sont connues.

12.9 Commande \pscustom : coloriage d'une surface

On commence par dessiner la figure [17] ci-contre.



```
\begin{pspicture}(-1,-1)(1,0)
\psplot{-1}{0}{x 1 add 2 exp 1 sub}
\psplot{0}{1}{x 1 sub 2 exp 1 sub}
\psline(1,-1)(-1,-1)
\end{pspicture}
```

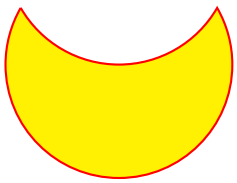
On aimerait la remplir de rouge :

On va pour cela utiliser la commande `\pscustom` :

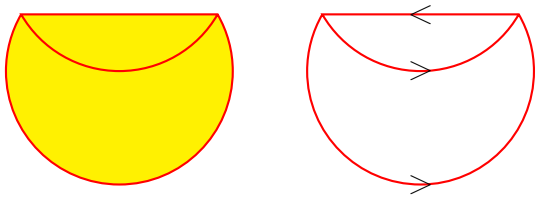
```
\begin{pspicture}(-1,-1)(1,0)
\pscustom[fillstyle=solid,%
fillcolor=red,linestyle=none]{%
\psplot{-1}{0}{x 1 add 2 exp 1 sub}
\psplot{0}{1}{x 1 sub 2 exp 1 sub}
\psline(1,-1)(-1,-1)}
\end{pspicture}
```

(Pour avoir la ligne de contour de la figure, on supprime `linestyle=none`.)

On veut dessiner maintenant la figure suivante :



Dans un premier temps, si l'on ne prend pas garde au fait que le bord se trace en une seule fois (sans lever le crayon), LaTeX dessine la figure de gauche non seulement parce qu'il utilise les arcs dessinés sur la figure de droite mais aussi parce que, par défaut, `\pscustom` joint le point courant au début du nouveau chemin :



```
\begin{pspicture}(-1.5,-1.75)(1.5,0.75)
\pscustom[fillstyle=solid,%
fillcolor=yellow,linecolor=red]{%
\psarc(0,0){1.5}{150}{30}
\psarc(0,1.5){1.5}{210}{330}}
\end{pspicture}
```

La programmation correcte demande l'utilisation de `\pscustom` :

```
\begin{pspicture}(-1.5,-1.5)(1.5,0.75)
\psframe(-1.5,-1.5)(1.5,0.75)
\pscustom[fillstyle=solid,%
fillcolor=yellow,linecolor=red]{%
\psarc(0,0){1.5}{150}{30}
\psarcn(0,1.5){1.5}{330}{210}}
\end{pspicture}
```

Je laisse le soin au lecteur de comprendre comment a été construite la figure suivante [18] :

(17). Elle est composée d'un segment, de la branche de parabole d'équation $y = (x+1)^2 - 1$ sur $[-1\,;1]$ et de la branche de parabole d'équation $y = (x-1)^2 - 1$ sur $[0\,;1]$.

(18). Pour le principe de la légende, se reporter à la notion de flottant, page 95.

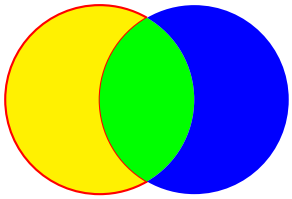


FIGURE 12.1 – Diagramme de Venn

```
\psset{unit=1.25cm}
\begin{pspicture}(0,-1)(3,1)
\pscustom[linestyle=none]{%
\psarc(1,0){1}{60}{-60}
\psarcn(2,0){1}{240}{120}
\fill[fillstyle=solid,fillcolor=yellow]
\stroke[linestyle=solid,linecolor=red]
\newpath
\psarc(1,0){1}{-60}{60}
\psarc(2,0){1}{120}{240}
\fill[fillstyle=solid,fillcolor=green]
\newpath
\psarc(2,0){1}{240}{120}
\psarcn(1,0){1}{60}{-60}
\fill[fillstyle=solid,fillcolor=blue]}
\end{pspicture}
```

12.10 Commande \psclip : découpage d'une surface

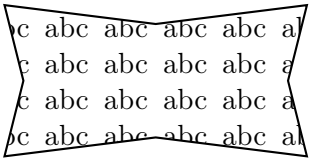
Le clipping sert à découper une figure selon un contour déterminé.

Considérons la figure suivante.

abc abc abc abc abc abc
abc abc abc abc abc abc
abc abc abc abc abc abc
abc abc abc abc abc abc
abc abc abc abc abc abc
abc abc abc abc abc

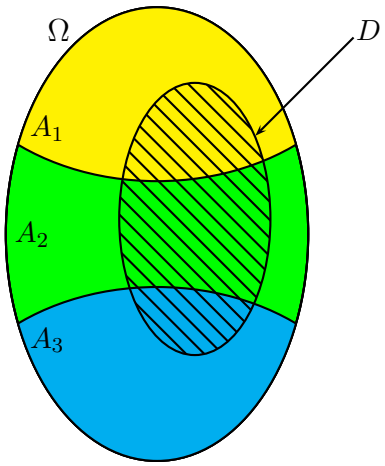
```
\begin{pspicture}(4,2)
\pspolygon(0,0)(2,0.25)(4,0)(3.75,1)...
\rput(2,1){%
\begin{minipage}{4.5cm}abc...\end{minipage}}
\end{pspicture}
```

`\psclip{graphique} objet \endpsclip` dessine l'objet seulement dans la zone délimitée par le graphique.



```
\begin{pspicture}(4,2)
\psclip{\pspolygon(0,0)(2,0.25)(4,0)...}
\rput(2,1){%
\begin{minipage}{4.5cm}abc...\end{minipage}}
\endpsclip
\end{pspicture}
```

Un autre exemple, qui pourra voir sa présence dans un chapitre de probabilités :




```
\begin{pspicture}(-3,-4)(3,4)
\psellipse[fillstyle=solid,fillcolor=green]%
(0,0)(2,3)
\begin{psclip}{\psellipse(0,0)(2,3)}
\psellipse[fillstyle=solid,fillcolor=yellow]%
(0,3)(3,2.3)
\psellipse[fillstyle=solid,fillcolor=cyan]%
(0,-3)(3,2.3)
\end{psclip}
% On retrace par-dessus l'ellipse
%principale pour les contours
\psellipse(0,0)(2,3)
% puis la patate pour D
\psellipse[fillstyle=vlines](0.5,0.2)(1,1.8)
% puis le texte...
\rput(-1.3,2.7){\large$\Omega$}
\rput(-1.45,1.4){$A_1$}
\rput(-1.65,0){$A_2$}
\rput(-1.45,-1.4){$A_3$}
\psline{<-}(1.3,1.3)(2.6,2.6)\rput(2.8,2.7){$D$}
\end{pspicture}
```

Un dernier exemple, qui se passe de commentaire.

```
\begin{pspicture}(-1,-2)(1,1.5)
\psellipse(0,0)(0.8,1.5)
\pscircle*[linecolor=blue](0,-1){1}
\end{pspicture}
\hfill
\begin{pspicture}(-1,-2)(1,1.5)
\begin{psclip}{%
\psellipse(0,0)(0.8,1.5)}
\pscircle*[linecolor=blue](0,-1){1}
\end{psclip}
\end{pspicture}
```

12.11 Transformations usuelles

Voici quelques lignes de codes. Rien n'empêche toutefois le lecteur d'utiliser les logiciels donnés à la section 12.18.4, page 131, pour faire directement ses figures et les insérer ensuite !

12.11.1 Commandes \rput et \uput

12.11.1.1 Commande \rput

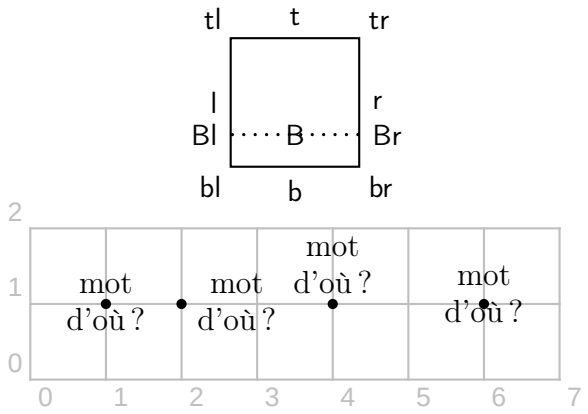
Pour placer un *objet* (figure, texte, etc.) au point de coordonnées (x,y), on utilise une des deux commandes :

\rput[*orig*](x,y){*objet*}

\rput{*angle*}(x,y){*objet*}

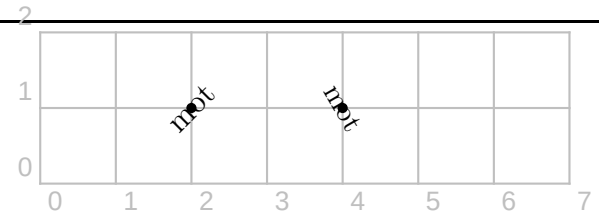
angle indique l'angle de rotation d'écriture du texte. C'est en fait une option ! Sa valeur par défaut est 0.

orig est l'origine de l'*objet* pour la commande et peut prendre l'une des onze valeurs ci-dessous. Par défaut, c'est le centre de la boîte englobante. La ligne dessinée en pointillées est la ligne de base.



(Les points ont été rajoutés, pour faciliter la compréhension des instructions.)

```
\rput(1,1){\large \begin{tabular}{c}
mot\\ d'où ?\end{tabular}}
\rput[l](2,1){...}
\rput[b](4,1){...}
\rput[B](6,1){...}
```




```
\rput{45}(2,1){\large mot}
\rput{-60}(4,1){mot}
```

12.11.1.2 Commande \uput

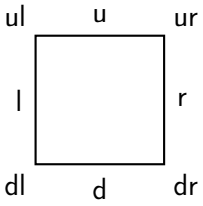
On a aussi la commande \uput de syntaxe suivante :

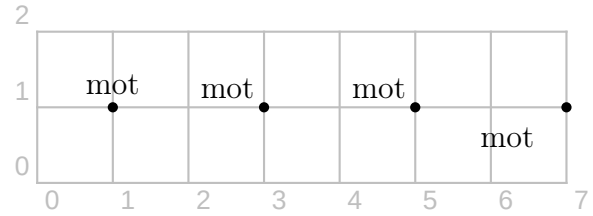
\uput{*distance*}[*angle*]{*rotation*}(x,y){*objet*}

objet est placé à une *distance* du point de coordonnées *(x,y)* en allant dans la direction de l'*angle*. Une *rotation* – lorsqu'elle est précisée – est appliquée sur l'*objet*.

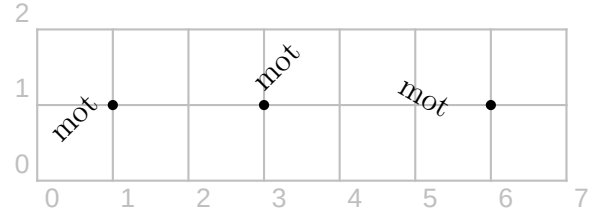
La *distance*[19] est en fait une option...

Les directions sont les suivantes :






```
\uput[u](1,1){\large mot}
\uput[ul](3,1){\large mot}
\uput[135](5,1){\large mot}
\uput{0.5}[215](7,1){\large mot}
```



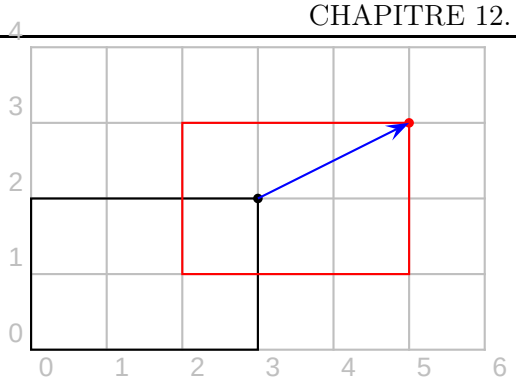

```
\uput[l]{45}(1,1){\large mot}
\uput[u]{45}(3,1){\large mot}
\uput{0.5}[l]{-30}(6,1){\large mot}
```

12.11.2 Translation

Pour effectuer une translation de vecteur $\overrightarrow{u}(a\,;b)$ sur un objet, on utilise la commande :

\rput$(a,b)${*objet*}

(19). up, down, left et right.



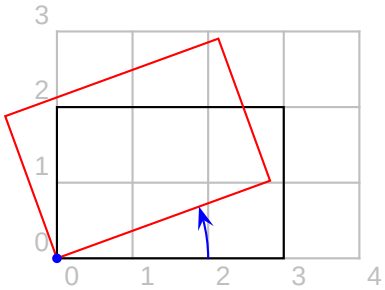
```
\rput(2,1){%
\psframe[linecolor=red](0,0)(3,2)}
```

12.11.3 Rotation et symétrie centrale

Pour effectuer une translation de centre $O(0\,;0)$ et d'angle *angle* (exprimé en degrés) sur un objet, on utilise la commande :

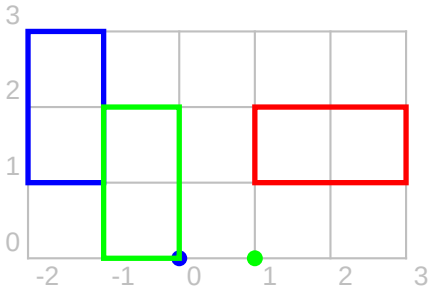
```
\rput[angle](0,0){objet}
```

Pour effectuer une symétrie centrale de centre Ω, on prend donc *angle* $= 180$.

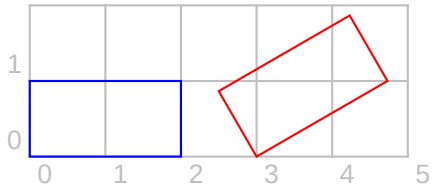


```
\rput{20}(0,0){%
\psframe[linecolor=red](0,0)(3,2)}
```

On pourrait penser, à tort, que la commande `\rput{90}(1,-1){\psframe(1,2)(3,1)}` dessine l'image du rectangle dans la rotation de centre le point de coordonnées $(1,-1)$ et d'angle 90°. LaTeX construit en fait d'abord l'image du rectangle dans la rotation de centre le point de coordonnées (0,0) puis l'image de celui-ci dans la translation de vecteur $\overrightarrow{u}(1,-1)$.



```
\psdot[linecolor=blue,linewidth=2pt](0,0)
\psdot[linecolor=green,linewidth=2pt](1,0)
\psframe(1,2)(3,1)
\rput{90}(0,0){\psframe[linecolor=blue,%
linewidth=2pt](1,2)(3,1)}
\rput{90}(1,-1){\psframe[linecolor=green,%
linewidth=2pt](1,2)(3,1)}
```

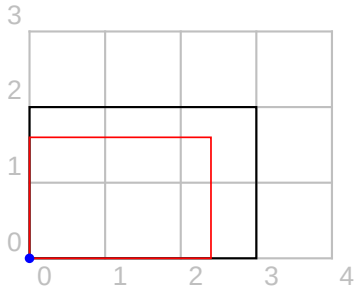


```
\psframe[linecolor=blue](2,1)
\rput{30}(3,0){\psframe[linecolor=red](2,1)}
```

12.11.4 Homothétie

Pour effectuer une homothétie de centre $O(0\,;0)$ et de rapport *k* sur un objet, on utilise la commande :

```
\scalebox{k}{objet}
```



```
\scalebox{0.8}{%
\psframe[linecolor=red](0,0)(3,2)}
```

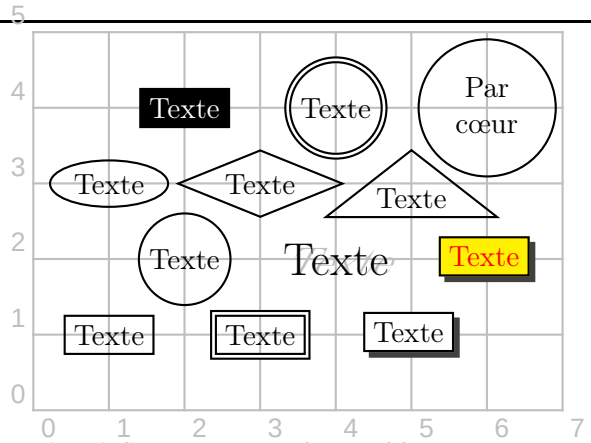
Cette commande se décline aussi en une autre, `\scalebox{kx}{ky}{objet}`.

12.12 Décorations

12.12.1 Encadrements

On dispose de divers encadrements pour le texte :

- `\psframebox{texte}`
  cadre rectangulaire
- `\psdblframebox{texte}`
  cadre rectangulaire à filet double
- `\psshadowbox{texte}`
  cadre rectangulaire ombré
- `\psshadow{texte}`
  texte ombré
- `\pscirclebox{texte}`
  cadre circulaire
- `\psovalbox{texte}`
  cadre ovale
- `\psdiabox{texte}`
  cadre losange
- `\pstribox{texte}`
  cadre triangulaire (isocèle, « pointe » en haut)




```
\rput(1,1){\psframebox{Texte}}
\rput(3,1){\psdblframebox{Texte}}
\rput(5,1){\psshadowbox{Texte}}
\rput(2,2){\pscirclebox{Texte}}
\rput(1,3){\psovalbox{Texte}}
\rput(3,3){\psdiabox{Texte}}
\rput(5,3){\pstribox{Texte}}
\rput(2,4){\psframebox[fillstyle=solid,%
fillcolor=black]{\textcolor{white}{Texte}}}
\rput(4,4){%
\pscirclebox[doubleline=true]{Texte}}
\rput(6,4){\pscirclebox{%
\begin{tabular}{c} Par\\ c\oe ur
\end{tabular}}}
\rput(4,2){\psshadow{\LARGE Texte}}
\rput(6,2){\psshadowbox[fillstyle=solid,%
fillcolor=yellow]{\textcolor{red}{Texte}}}
```

On peut utiliser ces commandes dans un texte seul (c'est-à-dire sans l'environnement `pspicture`) :

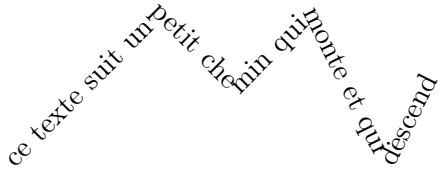
Propriétés

Les propriétés sont à connaître.

```
\psshadowbox{Propriétés}\\
Les \psframebox{propriétés} sont ...
```

12.12.2 On épouse

L'extension `pst-text` permet à un texte de suivre une ligne obtenue avec `\psline`, `\pscircle`, etc. On utilise la commande `\pstextpath`. Pour ne pas afficher cette ligne (et avoir le texte seul), on utilise `\psset{linestyle=none}`.




```
\pstextpath{%
\psline(0,0)(2,2)(3,1)(4,2)(5,0)(6,2)}{%
ce texte ... descend}
```

Un autre exemple (un escargot et π) se trouve en page 193. Son source est sur [126].

12.13 Répétition

12.13.1 Commande `\multiput`

12.13.1.1 Syntaxe

On peut répéter le placement avec la commande `\multiput` :

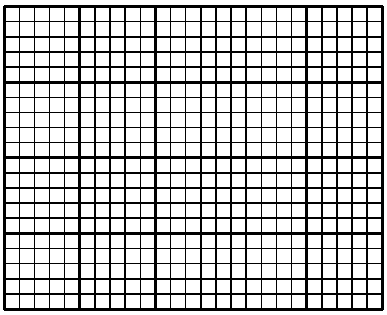
```
\multiput(x0,y0)(ux,uy){nb}{objet}
```

où le vecteur de translation $\overrightarrow{u}$ a pour coordonnées `(ux,uy)` et l'`objet` est reproduit `nb` fois à partir du point de coordonnées `(x0,y0)`.

On peut ajouter les mêmes options qu'avec `\rput` (c'est-à-dire un point de référence et un angle de rotation) :

```
\multiput[ref]{angle}(x0,y0)(ux,uy){nb}{objet}
```

12.13.1.2 Quadrillage



```
{\setlength{\unitlength}{2mm}
\begin{picture}(30,20)
{\linethickness{0.075mm}
\multiput(0,0)(1,0){26}{\line(0,1){20}}
\multiput(0,0)(0,1){21}{\line(1,0){25}}}
{\linethickness{0.225mm}
\multiput(0,0)(5,0){6}{\line(0,1){20}}
\multiput(0,0)(0,5){5}{\line(1,0){25}}}
\end{picture}}
```

12.13.2 Commande `\multirput`

La macro `\multirput[ref]{angle}(x0,y0)(ux,uy){nb}{objet}` est une variante de `\rput` qui pose `n` copies, démarrant à `(x0,y0)` et avançant par pas de `(x1,y1)` à chaque fois ; `(x0,y0)` et `(x1,y1)` sont toujours interprétés comme des couples de coordonnées cartésiennes.

* * * *

```
\multirput(.5,0)(.3,.1){4}{*}
```

12.13.3 Commande \multips

12.13.3.1 Et avec Pstricks

Les commandes données immédiatement avant étaient utilisées essentiellement l'arrivée du package Pstricks. Les utilisateurs de celui-ci préfèrent donc la commande `\multips` détaillée ci-dessous. Si l'on veut des copies de dessins/objets graphiques, il est en effet plus efficace d'utiliser `\multips`. De plus, `\multips` a la même syntaxe que `multirput` excepté qu'il n'y a pas d'argument point de référence (car les graphiques ont des dimensions nulles). Aussi, contrairement à `\multirput`, les cordonnées peuvent être de tout type.

12.13.3.2 Syntaxe

S'il n'y a pas de texte mais uniquement des objets graphiques, on peut utiliser la commande `\multips` :

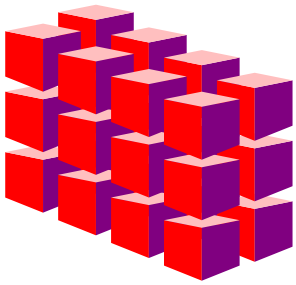
```
\multips(x0,y0)(ux,uy){nb}{objet}
```

```
\multips{angle}(x0,y0)(ux,uy){nb}{objet}
```

12.13.3.3 Zigzag

```
\newcommand\zigzag{%
\psline(0,0)(.5,1)(1.5,-1)(2,0)}

{\psset{unit=5mm}
\multips(0,0)(2,0){6}{\zigzag}}
```

12.13.3.4 Jouons aux cubes !



```
\psset{unit=5mm,linestyle=none,fillstyle=solid}
\begin{pspicture}(-1.5,-3)(6.5,5)
\newcommand{\Cube}
{\pspolygon[fillcolor=red]
(0,0)(0,1.2)(1,1)(1,-0.4)
\pspolygon[fillcolor=violet]
(1,-0.4)(1,1)(2,1.2)(2,0)
\pspolygon[fillcolor=pink]
(0,1.2)(1,1.4)(2,1.2)(1,1)}
\multips(-1.4,-0.5){2}%
{\multips(0,1.6){3}%
{\multips(1.4,-0.6){4}%
{\Cube}}}
\end{pspicture}
```

12.13.3.5 Un réseau triangulaire pointé

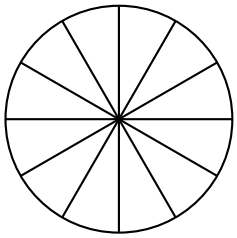
```
\psset{unit=0.5cm}
\begin{pspicture}(-0.5,-0.5)(8,5)
\multips(0,1.732){3}{%
\multips(1,0){8}{%
\pscircle*(0,0){0.05}%
\pscircle*(0.5,0.866){0.05}}}
\end{pspicture}
```

12.13.4 Utilisation de \multido

12.13.4.1 La commande \multido

La commande `\multido` est détaillée page 152.

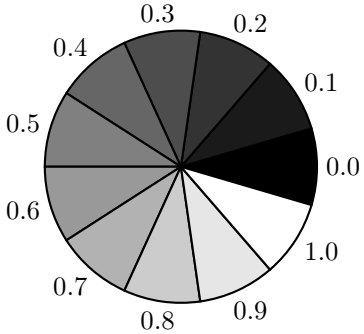
12.13.4.2 Des parts de camemberts



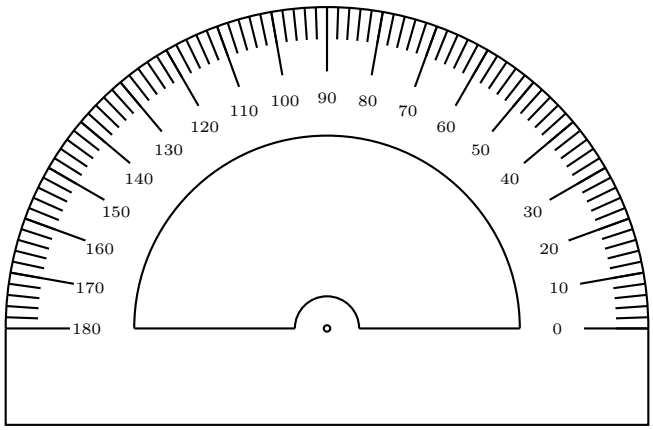
```
\pscircle(0,0){1.5}
\multido{\i=0+30}{12}{\psline(1.5;\i)}
```

Après avoir dessiné le cercle de centre le point de coordonnées $(0\,,0)$ et de rayon 1,5 cm, LaTeX va dessiner les 12 segments d'extrémités les points de coordonnées $(0\,,0)$ et $(1.5\,;i)$, pour i partant de 0° et augmenté de 30° à chaque itération.

On peut représenter différentes teintes de gris (comme cela a été défini en page 31) :



12.13.4.3 Un rapporteur

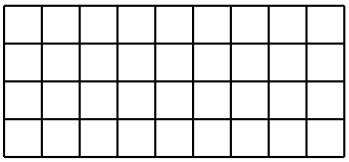



```
\begin{center}
\psset{unit=0.85cm}
\begin{pspicture}(-5,-1.5)(5,5)
\SpecialCoor
\psarc(0,0){5}{0}{180}
\psline(-5,0)(-5,-1.5)(5,-1.5)(5,0)
\psarc(0,0){3}{0}{180}
\psline(0.5,0)(3,0)
\psarc(0,0){0.5}{0}{180}
\psline(-3,0)(-0.5,0)
\pscircle{.05}
\multido{\i=0+2}{90}{\psline(4.5;\i)(5;\i)}
\multido{\i=0+10}{19}{\psline(4;\i)(5;\i)
\uput[\i](3.3;\i){\tiny{\i}}}
\end{pspicture}
\end{center}
```

`\multido{\i=0+2}{90}{...` dessine les grandes graduations, `\multido{\i=0+10}{19}{...`, les petites ; `\uput[\i](3.3;...` affiche les angles.

Voyez aussi [126] pour d'autres modèles de rapporteur.

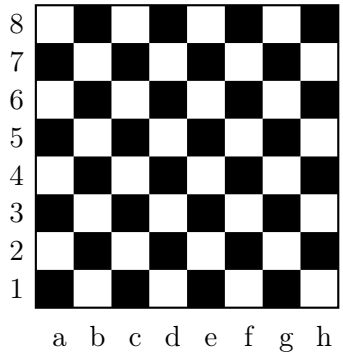
12.13.4.4 Un papier quadrillé



```
\psset{unit=0.5cm}
\begin{pspicture}(0,0)(9,4)
\multido{\n=0+1}{10}{\psline(\n,0)(\n,4)}
\multido{\n=0+1}{5}{\psline(0,\n)(9,\n)}
\end{pspicture}
```

12.13.4.5 Un échiquier

Voici commet dessiner un échiquier [20].

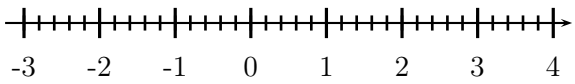



```
\psset{unit=5mm}
\newcounter{lettre}
\begin{pspicture}(-1,0)(8,8)
\psframe(8,8)
\multido{\i=0+2}{4}{%
\multips(0,\i)(2,0){4}{%
\psframe*(1,1) \psframe*(1,1)(2,2)}}
\multido{\i=1+1}{8}{%
\rput(-0.5,-0.5){%
\rput[B](\i,-0.5){%
\setcounter{lettre}{\i}
\alph{lettre}}
\rput(0,\i){\i}}}
\end{pspicture}
```

12.14 Divers axes gradués

12.14.1 Avec la commande `\multido`

12.14.1.1 Un seul axe gradué




```
\psset{xunit=1cm,yunit=1cm}
\begin{pspicture}(-3.25,-0.5)(4.25,0.5)
\psline{->}(-3.25,0)(4.25,0)
\multido{\n=-3+1}{8}
{\psline[linewidth=1.2pt](\n,-0.2)(\n,0.2)}
\multido{\n=-3+0.2}{35}
{\psline[linewidth=1pt](\n,-0.1)(\n,0.1)}
\multido{\n=-3+1}{8}
{\uput[d](\n,-0.27){\n}}
\end{pspicture}
```

`\multido{\n=-3+1}{8}{\psline...` va dessiner les grandes graduations ;
`\multido{\n=-3+0.2}{35}{\psline...` va dessiner les petites graduations ;
`\multido{\n=-3+1}{8}{\uput[...` va écrire les abscisses.

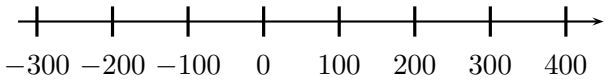
Notez que l'on peut regrouper les premier et troisième « `\multido` » :

(20). Dans le cadre du plan sciences et technologies à l'école, lancé en janvier 2011, les enseignants sont invités à développer dans les classes l'usage des jeux traditionnels et notamment du jeu d'échecs. Il existe des packages pour représenter des parties d'échecs !

```
\multido{\n=-3+1}{8}{%
\psline[linewidth=1.2pt](\n,-0.2)(\n,0.2)%
\uput[d](\n,-0.27){\n}}
```

Un autre code source sera donné page 128.

Si l'on veut un axe gradué de −300 à 400 avec un pas de 100 :

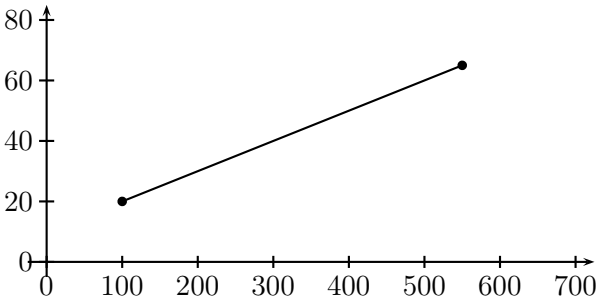



```
\psset{xunit=0.01cm,yunit=1cm}
\begin{pspicture}(-325,-0.5)(450,0.5)
\psline{->}(-325,0)(450,0)
\multido{\n=-300+100}{8}
{\psline[linewidth=1.2pt](\n,-0.2)(\n,0.2)
\uput[d](\n,-0.27){$\n$}}
\end{pspicture}
```

La présence du `0.01cm` provient du fait que, puisque 1 cm représente 100 unités, 1 unité est représentée par $1 \div 100 = 0{,}01$ cm.

12.14.1.2 Un repère

On fait de même pour un autre axe [21] :




```
\psset{xunit=0.01cm,yunit=0.04cm}
\begin{pspicture}(-25,-5)(725,85)
\psline{->}(-25,0)(725,0)
\psline{->}(0,-5)(0,85)
\multido{\n=0+100}{8}
{\psline(\n,-2)(\n,2)
\uput[d](\n,-0.27){\n}}
\multido{\n=0+20}{5}
{\psline(-10,\n)(10,\n)
\uput[l](-0.27,\n){\n}}
\psline{*-*}(100,20)(550,65)
\end{pspicture}
```

12.14.2 La commande \psaxes

12.14.2.1 Deux structures

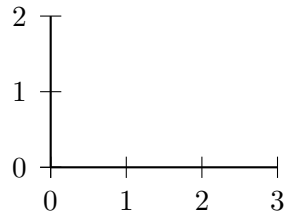
La création d'axes gradués peut aussi se faire à l'aide de l'extension `pstricks-add` qui fournit la commande `psaxes` [22] .

Deux codes existent.

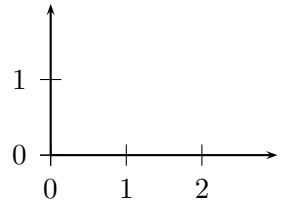
Le premier est du type
`\psaxes{(`*xmin*`,`*ymin*`)(`*xmax*`,`*ymax*`)}`
ou
`\psaxes{`*flèche*`}{(`*xmin*`,`*ymin*`)(`*xmax*`,`*ymax*`)}`

La *flèche* joue sur la présence de la graduation située à l'extrémité.

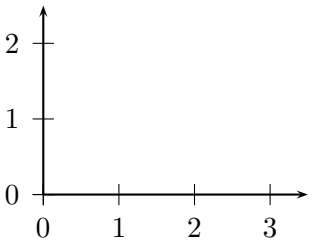
```
\begin{pspicture}%
(0,0)(3,2)
\psaxes(0,0)(3,2)
\end{pspicture}
```




```
\begin{pspicture}%
(0,0)(3,2)
\psaxes{->}(0,0)(3,2)
\end{pspicture}
```



Si l'on veut les graduations 3 et 2, il faut ruser en augmentant les longueurs :




```
\begin{pspicture}(0,0)(3,2)
\psaxes{->}(0,0)(3.5,2.5)
\end{pspicture}
```

Le second est du type
`\psaxes{(`*x0*`,`*y0*`)(`*xmin*`,`*ymin*`)(`*xmax*`,`*ymax*`)}`
ou
`\psaxes{`*flèche*`}{%`
`(`*x0*`,`*y0*`)(`*xmin*`,`*ymin*`)(`*xmax*`,`*ymax*`)}`

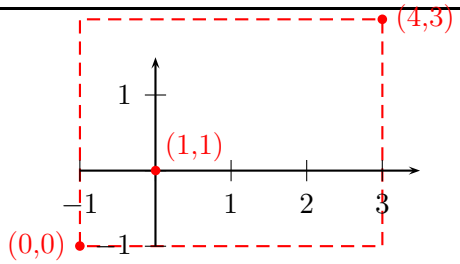
`(`*x0*`,`*y0*`)` sont les coordonnées du point d'intersection des axes (qui n'est alors plus marqué).

Dans l'exemple ci-dessous, la couleur rouge facilite la compréhension.

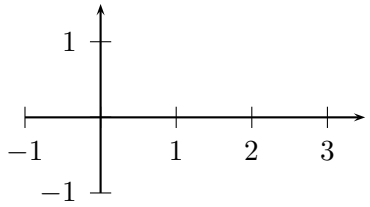
```
\begin{pspicture}(0,0)(4,3)
\psaxes{->}(1,1)(0,0)(4.5,2.5)
\end{pspicture}
```

(21). Un autre code source de la figure est donné page 127.

(22). `\psaxes` existe dans la version de base de `pstricks`, mais `pstricks-add` ajoute des fonctionnalités



Pour avoir la représentation ci-dessus avec une intersection en (0,0), on saisit le code :

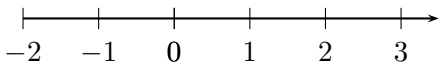



```
\begin{pspicture}(-1,-1)(3.5,1.5)
\psaxes{->}(0,0)(-1,-1)(3.5,1.5)
\end{pspicture}
```

On peut rajouter la ligne `\uput[dl](0,0){0}` pour afficher un « 0 » à l'intersection [23] .

12.14.2.2 L'axe « horizontal » seul

Pour avoir ce seul axe `xAxis`, on demande de ne pas afficher l'autre axe `yAxis` avec la l'instruction `yAxis=false`.



est obtenu avec l'un ou l'autre des deux codes source suivants :

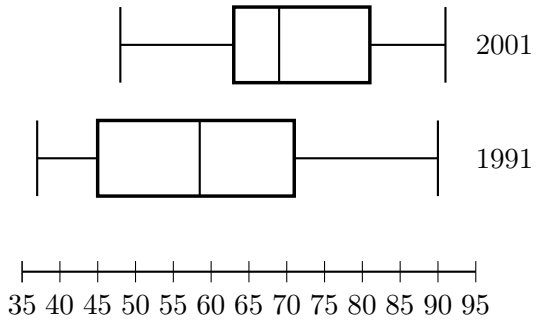
```
\begin{pspicture}(-2,-0.5)(3,0.5)
\psaxes[yAxis=false]%
{->}(0,0)(-2,-0.5)(3.5,0.5)
\end{pspicture}
```

```
\begin{pspicture}(-2,-0.5)(3,0.5)
\psaxes[yAxis=false,Ox=-2]%
{->}(-2,-0.5)(3.5,0.5)
\end{pspicture}
```

On fait évidemment de même avec `yAxis` si l'on veut seulement un axe « vertical ».

Ne nous gênons pas pour dessiner [24] des diagrammes en boîte [25] !

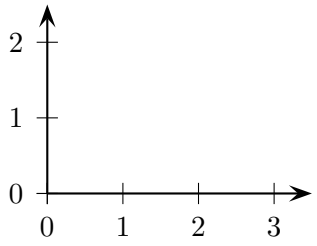
(23). Les coordonnées (0,0) peuvent être modifiées pour que le 0 s'aligne avec les autres graduations.
(24). Pstplus [75] permet d'en dessiner facilement.
(25). Les diagrammes dessinés représentent les séries des taux d'alphabétisme en Inde relevés lors des recensements de 1991 et 2001. *Source :* Epreuve anticipée de maths-info, Première L, La Réunion, Juin 2007.




```
\psset{xunit=0.1cm}
\begin{pspicture}(30,-0.5)(105,4)
\psaxes[Ox=35,Dx=5,yAxis=false](35,0)(95,0)
\psframe(45,1)(71,2) ...
\end{pspicture}
```

12.14.2.3 L'option `arrowscale`

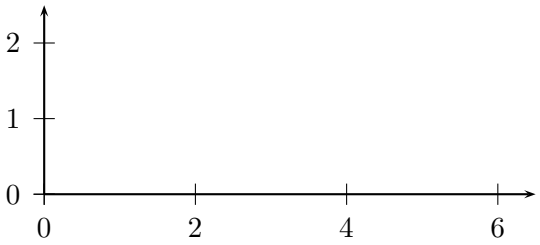
Elle permet d'agrandir la flèche.



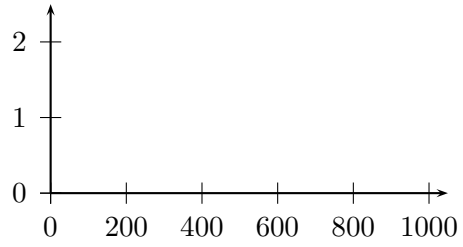

```
\psaxes[arrowscale=2]{->}(0,0)(3.5,2.5)
```

12.14.2.4 Les options `Dx`, `Ox`, etc.

Les options `Dx = valeur` et `Dy = valeur` permettent de définir le pas entre deux graduations.



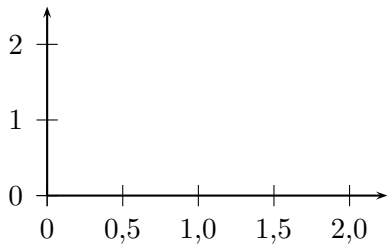

```
\begin{pspicture}(0,0)(6,2.5)
\psaxes[Dx=2]{->}(0,0)(6.5,2.5)
\end{pspicture}
```




```
\psset{xunit=0.005cm}
\begin{pspicture}(0,0)(1000,3)
\psaxes[Dx=200]{->}(0,0)(1050,2.5)
\end{pspicture}
```

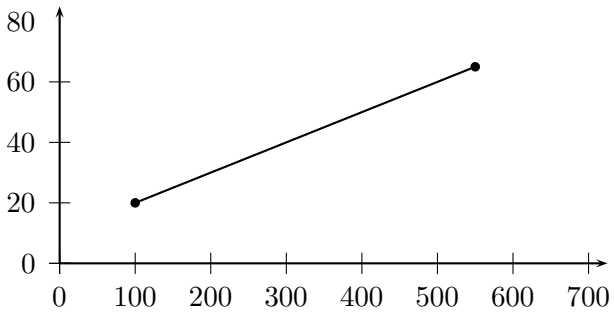
(1 cm représente 200 unités donc l'unité graphique est 1/200 = 0,005 cm.)

Par défaut, à cause de la notation anglo-saxonne, le point est le séparateur décimal. Si l'on préfère la virgule, on utilise l'option `comma`.



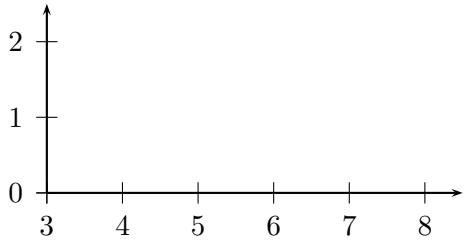

```
\psset{xunit=2cm}
\begin{pspicture}(0,0)(2,3)
\psaxes[comma,Dx=0.5]{->}(0,0)(2.25,2.5)
\end{pspicture}
```

En utilisant ces outils, on peut obtenir un autre code source de la figure page 125 :




```
\psset{xunit=0.01cm,yunit=0.04cm}
\begin{pspicture}(-25,-5)(725,85)
\psaxes[Dx=100,Dy=20]{->}(0,0)(725,85)
\psline{*-*}(100,20)(550,65)
\end{pspicture}
```

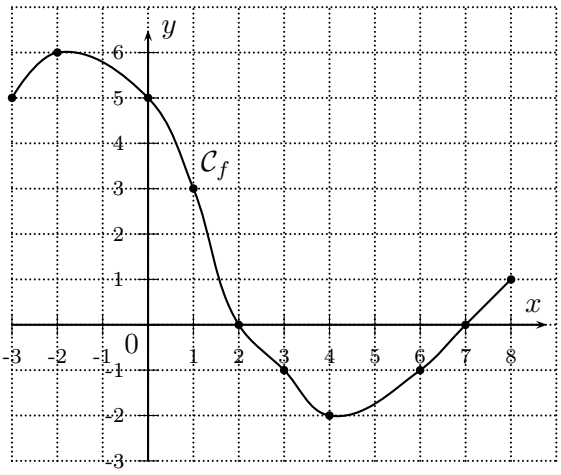
Les options `Ox = valeur` et `Oy = valeur` permettent de donner la valeur initiale de graduation :




```
\begin{pspicture}(0,0)(5,3)
\psaxes[Ox=3]{->}(0,0)(5.5,2.5)
\end{pspicture}
```

12.14.2.5 Taille des étiquettes

Pour réduire la taille des étiquettes sur les axes, on utilise [26] l'option `labelFontSize=\scriptstyle` de `\psaxes` et la valeur `false` de `mathLabel` dans les paramètres.

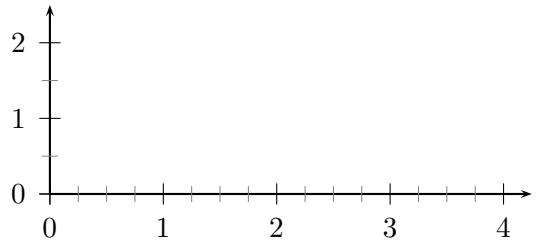



```
{\psset{unit=0.6cm,mathLabel=false}
\begin{pspicture}(-3,-3)(8.8,7)
\psaxes[labelFontSize=\scriptsize]{->}%
(0,0)(-3,-3)(8.8,6.5)
...
\end{pspicture}}
```

12.14.2.6 Graduations et sous-graduations

Les graduations s'appelant des *ticks*, les sous-graduations s'appellent des *subticks*. On peut même distinguer `xticks` et `yticks` pour les graduations sur les deux axes. De même pour les sous-graduations, avec `xsubticks` et `ysubticks`.

On définit en option le nombre de sous-divisions voulues par `subticks = nombre`.

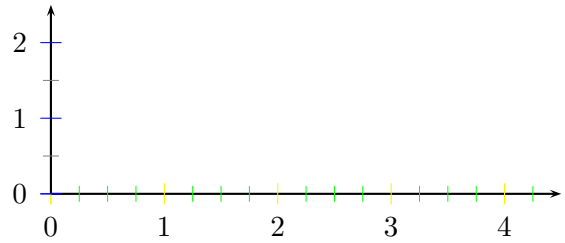



```
\psset{xunit=1.5cm}
\begin{pspicture}(0,0)(4.25,2.5)
\psaxes[xsubticks=4,ysubticks=2]%
{->}(0,0)(4.25,2.5)
\end{pspicture}
```

Les graduations principales sont représentées en noir par défaut. On peut changer leur couleur avec la commande `tickcolor = couleur`. On peut distinguer les graduations horizontales des verticales

[26]. Elle est par défaut dans le code proposée par Geogebra.

avec `xtickcolor` et `ytickcolor`. De même, les sous-graduations, représentées en gris clair par défaut, peuvent changer de couleur avec la commande `subtickcolor = couleur`.

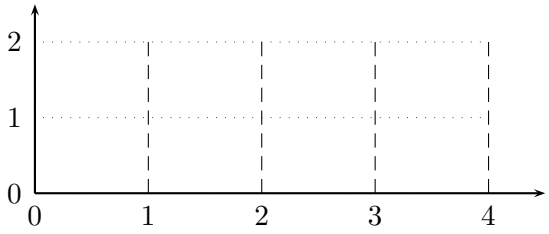



```
\psaxes[xsubticks=4,ysubticks=2,%
xtickcolor=yellow,ytickcolor=blue,%
xsubtickcolor=red,xsubtickcolor=green]%
{->}(0,0)(4.5,2.5)
```

Dans tout ce qui suit, une caractéristique sur l'entité `tick` est adaptable aux entités `xtick`, `ytick`, `subtick`, `xsubtick` et `ysubtick`.

Le style du trait de graduation est changée par `ticklinestyle=option`
où *option* peut être *dashed*, *dotted*, *solid* ou *none*.

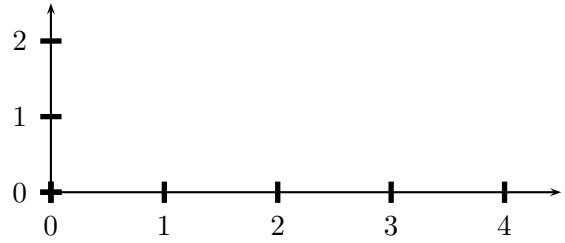
La longueur du trait de graduation est changée par `ticksize=longueur`.




```
\psset{xunit=1.5cm}
\begin{pspicture}(0,-0.5)(4.5,2.5)
\psaxes[xticklinestyle=dashed,%
yticklinestyle=dotted,%
xticksize=2cm,%
yticksize=6cm]{->}(0,0)(4.5,2.5)
\end{pspicture}
\end{center}
```

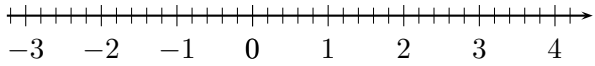
(La longueur « 6 cm » provient de 1,5 × 4 ; ceci est dû à la longueur `xunit`.)

L'épaisseur du trait de graduation est changée par `tickwidth=épaisseur`.




```
\psaxes[tickwidth=2pt]{->}(0,0)(4.5,2.5)
```

Par conséquent, avec toutes ces informations, on peut obtenir un nouveau code source [27] pour l'axe gradué ci-dessous :



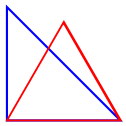

```
\begin{pspicture}(-3.25,-0.5)(4.5,0.5)
\psaxes[yAxis=false,subticks=5,%
subtickcolor=black]{->}%
(0,0)(-3.25,-0.25)(4.5,0.25)
\end{pspicture}
```

12.15 Repères non orthogonaux et commande \pstilt

On va utiliser la commande `pstilt` (déjà rencontrée page 33), cette fois-ci dans un dessin.

Plutôt qu'un grand discours, je donne une illustration et son source. J'ai dessiné ci-dessous deux triangles dont les coordonnées de sommets sont (0, 0), (1, 0) et (1, 0). Toutefois,

- le bleu est dessiné dans un repère orthonormal ;
- le rouge est dessiné dans un repère dans lequel les deux axes forment un angle de 60°.

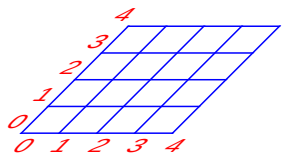


```
\pspolygon[linecolor=blue](1,0)(0,1)(0,0)
\pstilt{60}{%
\pspolygon[linecolor=red](1,0)(0,1)(0,0)}
```

Sans cette commande `pstilt`, il faudrait remplacer la dernière ligne de commande une ligne du type

```
\pspolygon(1,0)(0.5,0.866)(0,0)}
```

Cette commande « penche » tout :




```
\pstilt{45} {\psgrid[unit=0.5cm,
subgriddiv=0,gridcolor=blue,
gridlabelcolor=red](4,4)}
```

(27). Un code a déjà été donné page 124.

12.16 Marquage

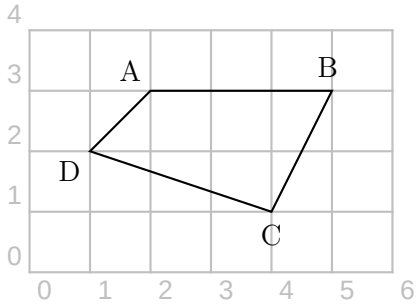
12.16.1 Marquage des étiquettes

Pour attacher un texte à un point de coordonnées (x,y) : donner un nom, placer une légende sur une figure, ... , la syntaxe est

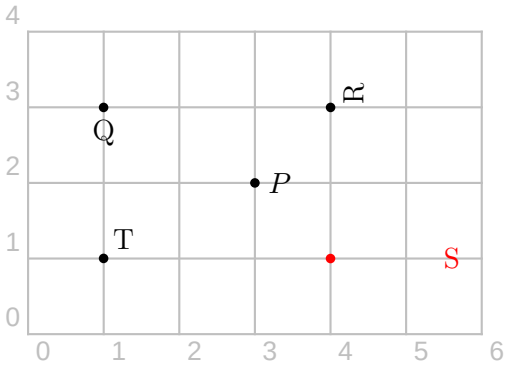
\uput{*s*}[*d*]{*r*}(x,y){*nom*}

- *s* : paramètre d'espacement (labelsep) entre (x,y) et le nom ;
- *d* : paramètre obligatoire de direction autour de (x,y) pour le nom ;
- *r* : paramètre de rotation du nom.

Le paramètre de direction peut être :
- un angle (en degrés) ;
- une combinaison de `u d l r` (*u*p (haut), *r*ight (bas), *l*eft (gauche) et *d*own (bas)).




```
\uput[ul](2,3){A}    \uput[100](5,3){C}
\uput[d](4,1){C}     \uput[dl](1,2){D}
```




```
\begin{pspicture}(0,0)(6,4)
\psdot(3,2) \uput[0](3,2){$P$}
\psdots(1,3)(4,3)(1,1)
\psdot[linecolor=red](4,1)
\uput[-90](1,3){$Q$}% direction du nom
\uput[30]{90}(4,3){$R$} % rotation du nom
\uput{1.5}[0](4,1){\textcolor{red}{S}} %
   espacement 1,5 cm
\uput[ur](1,1){T} % direction uldr du nom
\end{pspicture}
```

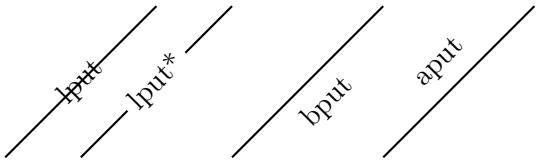
12.16.2 Marquage des dimensions

Avec l'extension `pstricks-add`.

Afin de positionner des dimensions, on dispose de trois commandes :

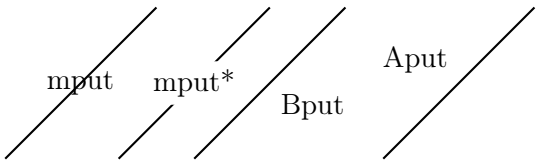
- \lput{:U}{*texte*} pour positionner *texte* sur la connexion entre deux points ;
- \aput{:U}{*texte*} pour positionner *texte* en dessous (above) de la connexion ;
- \bput{:U}{*texte*} pour positionner *texte* au dessus (below) de la connexion.

Notez qu'il faut écrire ici \pcline (c pour connexion) et non \psline.

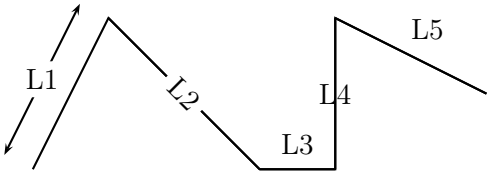



```
\pspicture(7,2)
\pcline(0,0)(2,2) \lput{:U}{lput}
\pcline(1,0)(3,2) \lput*{:U}{lput*}
\pcline(3,0)(5,2) \bput{:U}{bput}
\pcline(5,0)(7,2) \aput{:U}{aput}
\endpspicture
```

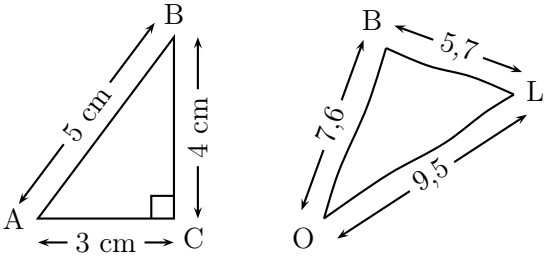
Ces commandes existent aussi sans l'argument de l'angle : \mput, \mput*, \Aput et \Bput :




```
\pcline(0,0)(2,2)      \mput{mput}
\pcline(1.5,0)(3.5,2) \mput*{mput*}
\pcline(2.5,0)(4.5,2) \Bput{Bput}
\pcline(5,0)(7,2)      \Aput{Aput}
\endpspicture
```




```
\pspicture(7,2)
\psline(1,0)(2,2)(4,0)(5,0)(5,2)(7,1)
\pcline[offset=12pt]{<->}(1,0)(2,2)\mput*{L1}
\pcline(2,2)(4,0)\lput*{:U}{L2}
\pcline(4,0)(5,0) \Aput{L3}
\pcline(5,0)(5,2)\mput{L4}
\pcline(5,2)(7,1) \Aput{L5}
\endpspicture
```



```
{\psset{unit=0.6cm}
\begin{pspicture}(-0.5,-1)(3.5,5)
\pspolygon(0,0)(3,0)(3,4)
\psline(2.5,0)(2.5,0.5)(3,0.5)
\uput[180](0,0){A} \uput[90](3,4){B}
\uput[315](3,0){C}
\pcline[offset=9pt]{<->}(0,0)(3,4)
\lput*{:U}{5 cm}
\pcline[offset=-9pt]{<->}(3,0)(3,4)
\lput*{:U}{4 cm}
\pcline[offset=-9pt]{<->}(0,0)(3,0)
\lput*{:U}{3 cm}
\end{pspicture}}
```

```
{\psset{unit=0.6cm}
\begin{pspicture}(-0.5,-1)(3.5,5)
\rput{-20}(0,0){%
\pscurve(0,0)(-0.05,1)(0.05,2.7)(0,4)
\pcline[offset=9pt]{<->}(0,4)(3,4)
\lput*{:U}{5,7}
\pscurve(0,0)(1,1.4)(1.95,2.5)(2.6,3.5)(3,4)
\pcline[offset=9pt]{<->}(0,0)(0,4)
\lput*{:U}{7,6}
\pscurve(0,4)(1,3.95)(2,4.05)(3,4)
\pcline[offset=-9pt]{<->}(0,0)(3,4)
\lput*{:U}{9,5}}
\uput[225](0,0){O}\uput[315](4.25,3.25){L}
\uput[110](1.25,3.875){B}
\end{pspicture}}
```

12.17 Face de dé

Le package `pstricks-add` permet de dessiner des dés.

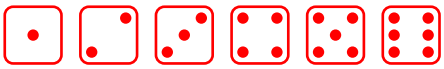
La commande `\psdice` crée une face de dé. La face est le seul paramètre. Le résultat est une boîte de dimension 0 et est placé au point courant. On utilise alors la commande `\rput` pour le placer ailleurs.

Diverses options, comme la couleur, peuvent être données comme usuellement.

Un argument d'agrandissement peut être donné ; par défaut, le dé a pour dimensions 1 cm × 1 cm.

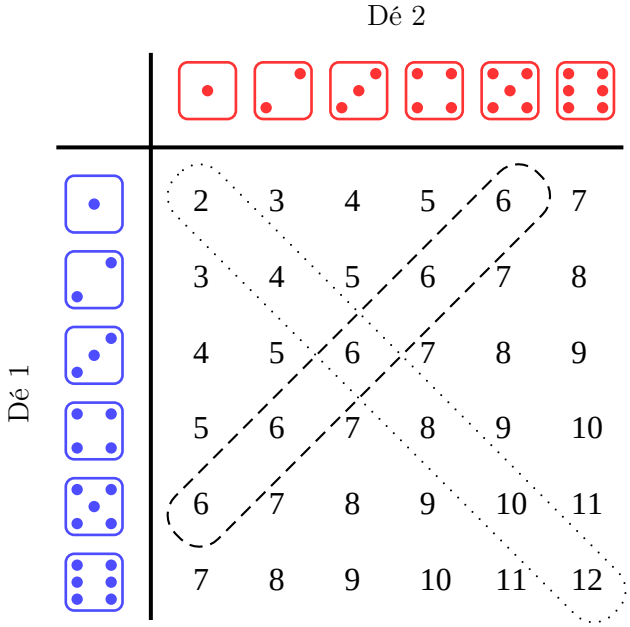
a b

```
\psdice{5}\\

a\psdice[unit=0.75,linecolor=blue]{3}b%
\rput(3,0.5){\psdice{6}}\\
```

* 

```
*␣\multido{\iA=1+1}{6}{\rput(\iA,0){%
\psdice[unit=0.75,linecolor=red]{\iA}}}
```

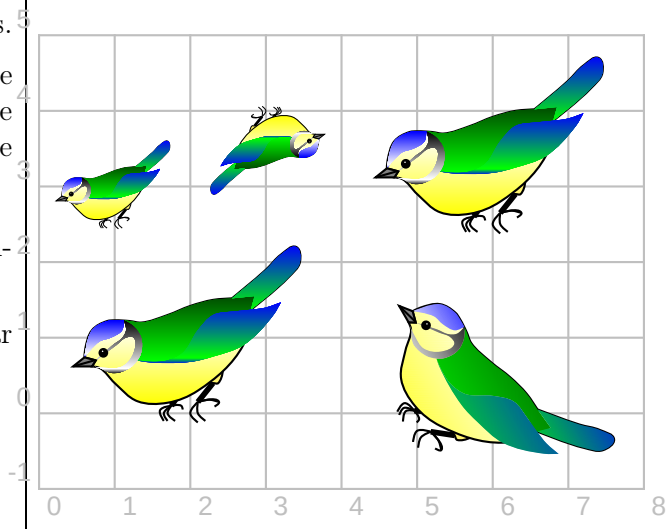
Avec le package `pst-func`, on peut dessiner [28] une grille de dés :



12.18 D'autres extensions et des logiciels utiles

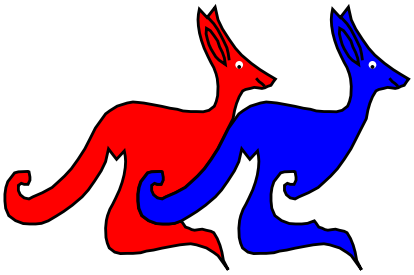
12.18.1 L'extension `pst-fun`

Je signale ce package ([91]) qui permet d'insérer facilement des dessins prédéfinis. Il permet d'illustrer facilement les isométries ou les pavages...




```
\begin{pspicture}(0,-1)(8,5)
\rput(0,2.5){\psscalebox{0.5}{\psBird}}
\rput(4,2.5){\psBird}
\rput(4,4){\psscalebox{-0.5}{\psBird}}
\psBird \rput{-60}(4,1.5){\psBird}
\end{pspicture}
```

(28). Le source est sur [126].

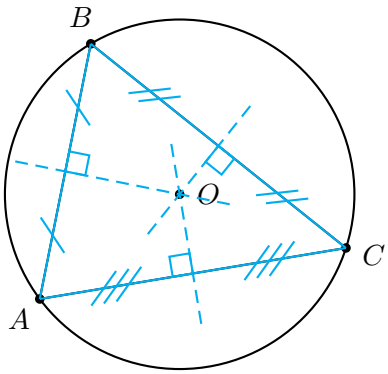


```
{\psset{unit=0.75cm}
\begin{pspicture}(0.45,0)(7.65,4.7)
\rput(2.65,0){\psKangaroo[fillcolor=red]{5}}
\rput(5,0){\psKangaroo[fillcolor=blue]{5}}
\end{pspicture}}
```

12.18.2 L'extension `pst-eucl`

L'extension `pst-eucl` permet de faire de jolis dessins en géométrie euclidienne en spécifiant des contraintes mathématiques [29]. L'*emploi des coordonnées est donc limité aux points de départ* qui paramètrent en quelque sorte le dessin [30] .

Des documentions complètes se trouvent, entre autres, sur [85] (site de l'auteur), [86], [87] et [88].



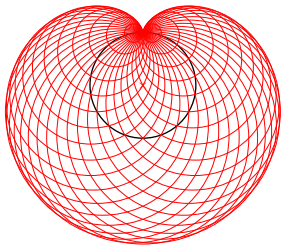

```
\begin{pspicture}(-5,-5)(3,3)
\pstTriangle(-4,-3){A}(-3,2){B}(2,-2){C}
\pstCircleABC[CodeFig=true]{A}{B}{C}{O}
\end{pspicture}
```

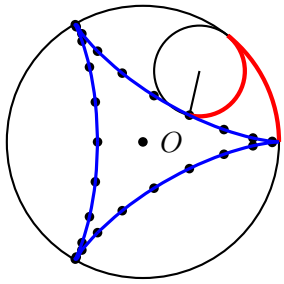
Pour construire le centre du cercle circonscrit au triangle ABC, on définit d'abord le triangle ABC avec les coordonnées des sommets [31]. On définit ensuite le cercle avec la commande `\pstCircleABC` en indiquant les trois sommets puis le nom du centre. L'option `CodeFig=true` permet de tracer les médiatrices.

On peut bien évidemment construire tous les points remarquables d'un triangle [32] vus en collège ou en lycée [33] et manipuler toutes les transformations usuelles.

Je laisse, pour le plaisir des yeux, deux figures qui ont réalisées avec cette extension [34] .

Sur la première, une roue de rayon $r = 1$ roule à l'intérieur d'un cercle de rayon $R = 3$: on obtient une *deltoïde*.
Sur la seconde, la *cardioïde* est l'enveloppe des cercles centrés sur un cercle et passant par un point fixé de ce cercle.





Remarque. Pour afficher les lettres en romain [35], on peut se ramener aux deux méthodes exposées en page 58. Néanmoins la seconde ne permet d'écrire en romain les lettres majuscules placées en indice.

12.18.3 L'extension `pst-ob3d`

Le package `pst-ob3d` permet de dessiner des objets dans l'espace (cubes, pavés et dés). Je renvoie le lecteur intéressé à [90].

12.18.4 Des logiciels externes

Après la découverte de ces quelques pages de codes, certains auront quelques sueurs froides... Je les rassure : il existe des logiciels externes qui peuvent exporter en code `tex` et qui, par conséquent, leur facilitera la vie. A partir de vos renseignements, ils génèrent

(29). Voir par exemple l'illustration page 133.
(30). Par conséquent, il n'est pas obligatoire d'avoir une énorme bibliothèque d'images due au fait que le changement d'un point modifie la position d'autres points (et qu'il faille redonner les nouvelles coordonnées de ces derniers !) : il suffit de changer les coordonnées des points de base !
(31). En option, on peut ajouter une couleur, préciser la marque des points, préciser l'angle entre la marque et le nom du point, etc.
(32). Voir le triangle particulier donné en page 115.
(33). Pour se limiter à ceux-là !
(34). Le lecteur retrouvera les codes sources dans les diverses documentations référencées.
(35). Voir la recommandation de l'Inspection générale, page 58.

un code LaTeX/Pstricks à copier-coller ensuite dans votre document source.

Toutefois, ces « assistants » ne vous feront pas tout le travail : vous aurez probablement à modifier telle ou telle ligne de code pour obtenir exactement ce que vous voudrez. Leur premier but est de vous aider à obtenir le plus gros du code source de dessin désiré.

Leur adresse de téléchargement se trouve dans les pages de ressources, en fin de brochure.

12.18.4.1 Geogebra

Ressource : [72], [73] et [74]

Une fois que le dessin est fini, il y a deux possibilités pour l'avoir dans un document compilé.

La première est de convertir la figure en fichier `*.eps` de la façon suivante et de l'inclure [36] .

- dans Fichier , choisir Exporter ;
- choisir Feuille de travail en tant que Image.

La seconde est de demander à Geogebra de générer le code Pstricks de la façon suivante, avant de le copier-coller dans le fichier `*.tex` :

- dans Fichier , choisir Exporter ;
- choisir Feuille de travail en tant que PSTricks ;
- choisir Générer le code PSTricks ;
- copier ce dont on a besoin ;
- coller où l'on veut dans le `*.tex`.

12.18.4.2 Pstplus

Ressource : [75]

Pstplus fonctionne sur linux, unix, macosx [37] et windows.

Pstplus fournit un assistant pour les types de graphique suivants :

- Courbes d'équation $y = f(x)$
- Tableaux de variations/Tableaux de signes
- Figures géométriques (dans le plan)
- Arbres pondérés
- Graphes orientés et/ou pondérés
- Suites récurrentes du type $U_{n+1} = f(U_n)$
- Figures géométriques (dans le plan)
- Histogrammes
- Diagrammes en boîte
- Surfaces 3D
- Repères dans l'espace

(36). Voir le chapitre 11, page 106.
(37). Je le souligne !

12.18.4.3 TeXgraph

Ressource : [76]

TeXgraph est un logiciel permettant la création de graphiques mathématiques (comme les droites, les cercles, les courbes, les surfaces, etc.).

Il permet la création d'éléments graphiques, de variables globales et de macros. L'utilisateur peut créer ses propres éléments.

12.18.4.4 Eukleides

Ressource : [78]

Eukleides est un langage de dessin de figures en géométrie euclidienne. Il permet aussi la conversion de figures dans divers formats. Très souvent, l'utilisateur n'a pas besoin de coordonnées cartésiennes.

12.18.4.5 LaTexDraw

Ressource : [77]

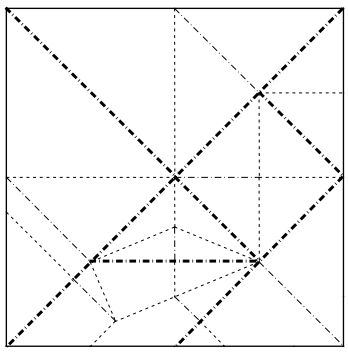
12.18.4.6 TikZ

Ressources : [92], [113], [94] et [95]

De plus, sur [113], on peut aussi y trouver deux onglets, l'un s'intitule « Tableaux de variations » et l'autre, « Arbres » ; chacun d'eux donne chacun accès à une application en ligne qui génère du code Tikz pour ces objets.

TikZ permet la compilation en PdfLaTeX.

Par ailleurs, les collègues l'utilisant sont de plus de plus nombreux.



Le carré, quelques plis « montagne », quelques plis « vallée » et un seul coup de ciseau rectiligne à la fin... : vous obtenez les sept pièces du tangram !

Source : `http://erikdemaine.org/foldcut/`

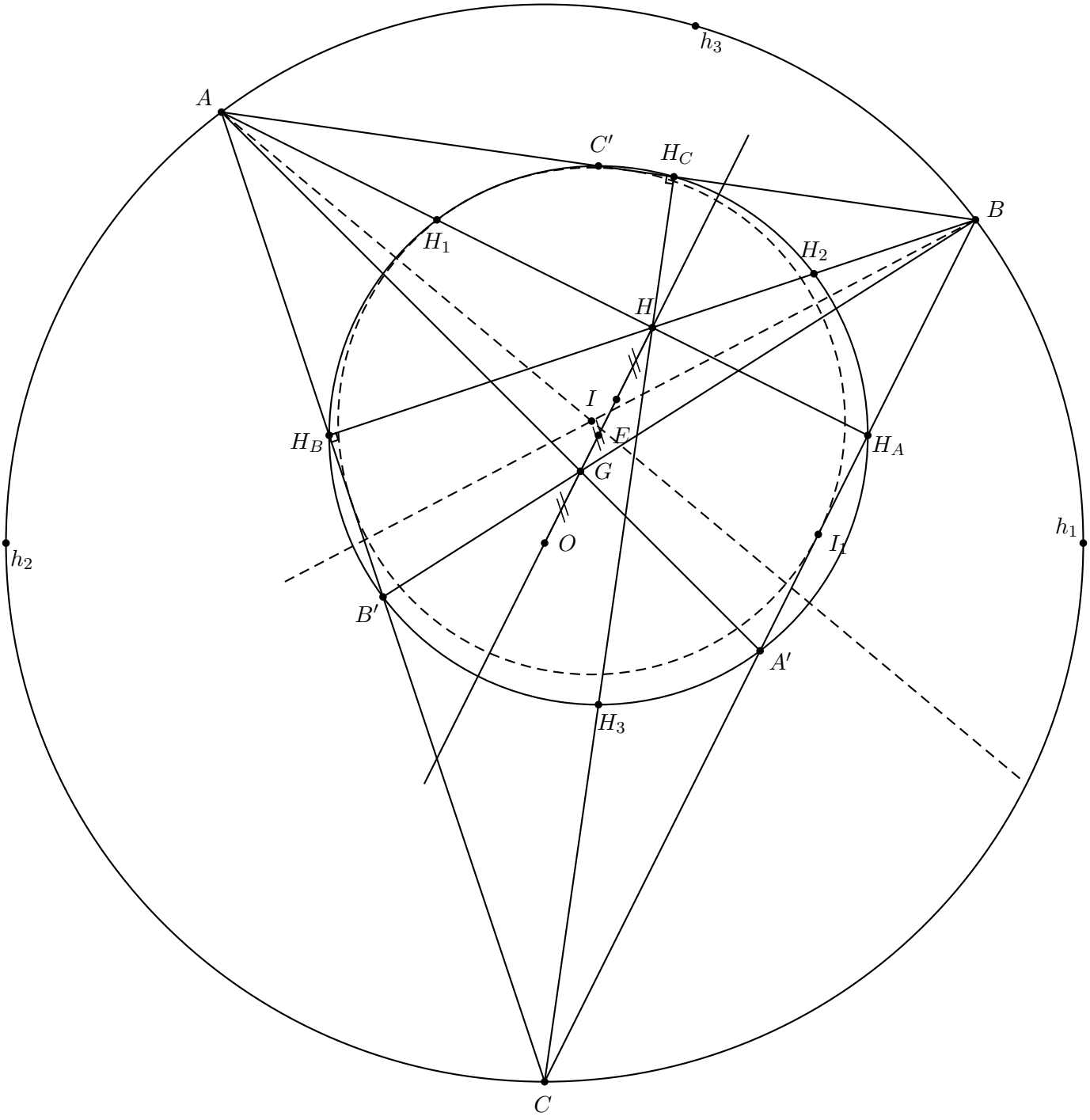


FIGURE 12.2 – « Cercle et droite d'Euler… et autres constructions »

Soit un triangle ABC. (38)

Soit G, H, I et O respectivement son centre de gravité, son orthocentre, le centre de son cercle inscrit et le centre de son cercle circonscrit (de rayon r). Alors G, H et O sont alignés sur une même droite, appelée « *droite d'Euler* du triangle ABC ». De plus, $3\,\overrightarrow{OG} = \overrightarrow{OH}$.

Les trois symétriques h_1, h_2 et h_3 de H par rapport aux trois côtés appartiennent au cercle circonscrit.

Les trois milieux A', B', C', les trois milieux H_1 (resp. H_2 et H_3) de [AH] (resp. [BH] et [CH]) et les trois pieds des hauteurs H_A, H_B et H_C appartiennent à un même cercle, appelé « *cercle d'Euler* du triangle ABC » (ou « *cercle des 9 points* ») de centre E, milieu de [OH], et de rayon $r/2$.

(38). La figure a été réalisée avec l'extension `pst-eucl`. Les coordonnées des points A, B et C sont données au paragraphe 12.7.1.2, page 115. Le source est sur [126].

Chapitre 13

Courbes représentatives de fonctions avec Pstricks

Les extensions supplémentaires **pstricks-add** *et* **pst-plot** *sont à appeler dans le préambule.*

Je renvoie le lecteur au chapitre précédent pour retrouver le mode d'emploi de toutes les commandes alors définies (`psaxes`*, ...).*

De plus, toutes les représentations graphiques peuvent être enrichies en plaçant une origine, des vecteurs unitaires, le nom de la courbe, ...

13.1 Des logiciels externes et de la documentation

Il n'est pas impossible que nous ayons à donner une représentation graphique d'une fonction. Comme nous l'avons indiqué dans le chapitre portant sur `Pstricks`, il existe les logiciels Geogebra [72], Pstplus [75] et TexGraph [76] permettant de nous faciliter la vie. Là encore, ils peuvent nous servir !

Je renvoie donc le lecteur intéressé sur ces logiciels mais il ne m'en voudra pas d'expliquer comment les lignes de commandes obtenues fonctionnent !

Je renvoie aussi le lecteur à la bibliographie : il y a plein de ressources pour ce thème.

13.2 Tracé de $\mathcal{C}$

13.2.1 Commande de base

Pour tracer sur l'intervalle `[`*xmin*`;`*xmax*`]`, la courbe représentant Souvenir...la *fonction*, la commande de base est :

`\pst-plot[`*options*`]{`*xmin*`}{`*xmax*`}{`*fonction*`}`

13.2.2 Virgule comme séparateur décimal

En écrivant `comma=true` dans les `psset` initiaux, le séparateur décimal (initialement un point) devient une virgule. Quelques exemples d'utilisation suivent.

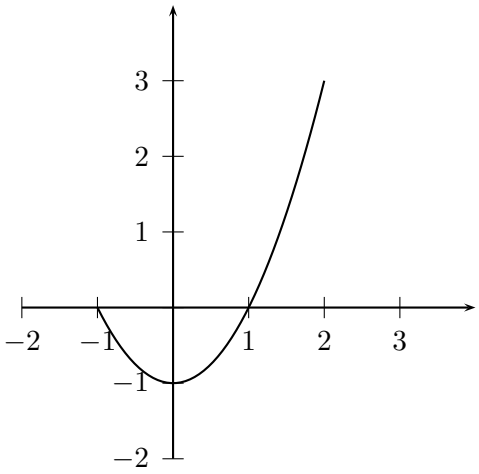
13.2.3 Algébrique ou polonaise ?

Il y a deux façons de définir une fonction : l'une utilise la forme classique $f(x)$ et l'autre la notation polonaise inverse (RPN) [1] .

13.2.3.1 Forme classique

Dans ce cas, on mentionne explicitement la demande `algebraic=true`.

Prenons pour exemple le tracé de la courbe représentant la fonction $x \mapsto x^2 - 1$ sur $[-1\,;2]$.



Un code source est :

```
\begin{pspicture}(-2,-2)(4,4)
\psset{algebraic=true}
\psaxes{->}(0,0)(-2,-2)(4,4)
\psplot{-1}{2}{x^2-1}
\end{pspicture}
```

Attention ! La fonction exponentielle se code ici EXP et non pas exp (c'est la seule qui soit écrite en majuscules). On saisit donc, par exemple, `\psplot{-1}{2}{EXP(x/2)}`.

13.2.3.2 Forme polonaise

La fonction précédente s'écrit en notation polonaise inverse `x 2 exp 1 sub` : le logiciel calcule d'abord x^2 (`x 2 exp`) puis retranche 1 au résultat précédent (`... 1 sub`).

Un autre code source est :

(1). *Reverse Polish Notation.* Les utilisateurs des calculatrices HP dans les années 90 l'ont beaucoup utilisée !

```
\begin{pspicture}(-2,-2)(4,4)
\psaxes{->}(0,0)(-2,-2)(4,4)
\psplot{-1}{2}{x 2 exp 1 sub}
\end{pspicture}
```

Voici quelques opérateurs :

Opér.	Symbole	Exemple	Résultat
`add`	$+$	`3 2 add`	5
`sub`	$-$	`3 2 sub`	1
`mul`	$\times$	`3 2 mul`	6
`div`	$\div$	`3 2 div`	1,5
`exp`	^	`3 2 exp`	9
`abs`	$\vert\,\vert$	`-2 abs`	2
`neg`	$-$	`2 neg`	-2
`sqrt`	$\sqrt{}$	`2 sqrt`	$\sqrt{2}$
`ln`	ln	`2 ln`	$\ln 2$
`sin`	sin	`2 sin`	$\sin 2°$
`cos`	cos	`2 cos`	$\cos 2°$

Le lecteur peut s'entraîner avec les expressions suivantes [2] :

- $3\,x^2+1$ — `x 2 exp 3 mul 1 add`
- $(2\,x)^3+1$ — `x 2 mul 3 exp 1 add`
- $\sqrt{x^2-4}$ — `x 2 exp 4 sub sqrt`
- $1/x+2$ — `1 x div 2 add`
- $x\,\mathrm{e}^{-x}$ — `x 2.718 x neg exp mul`

Pour ce qui est des fonctions trigonométriques :

- $\tan x$ est défini par `x sin x cos div`
- Pour tracer la sinusoïde correspondant à $x \mapsto \sin x$ sur $[0\,;2\,\pi]$, il y a deux possibilités :
  - `\psplot{0}{6.28}{sin(x)}`
  - `\psplot{0}{6.28}{%`
    `x 180 mul 3.14 div sin}` [3]

13.3 Intersection

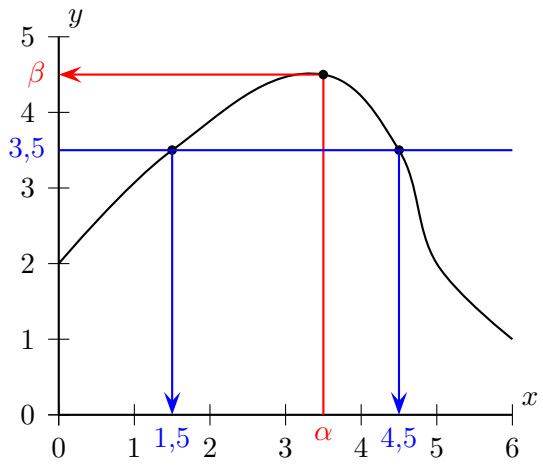
Penchons-nous sur les intersection de courbes.

La première sous-section portera sur les lectures graphiques d'images et d'antécédents [4] .

La seconde porte sur des intersections de deux courbes ainsi que celles d'une courbe et d'une droite. On peut reprendre le même type de tracé que précédemment (et l'on doit se débrouiller pour trouver une valeur approchée des coordonnées) ou bien utiliser l'extension `pst-eucl`. Dans ce cas, la notation RPN est *nécessaire*.

[2]. Attention à l'ordre ! Toute la joie de la RPN !
[3]. Ou encore : `x 59.296 mul sin`
[4]. Ceci aurait pu très bien être dans le chapitre précédent.

13.3.1 Images et antécédents



13.3.2 Affichage des ordonnées

L'extension **`pst-func`** *doit être utilisée.*

La courbe de $f : x \mapsto x^2/4$ est dessinée sur $[-2\,;5]$.

```
\newcommand\f[1]{#1 2 exp 4 div}
\begin{pspicture}(-2,-1)(5,7.5)
\psaxes{->}(0,0)(-2,-1)(5,7.5)%
[$x$,-90][$y$,180]
\psplot[linecolor=red]{-2}{5}{\f{x}}
\end{pspicture}
```

La commande `\psPrintValue` donne une approximation d'une valeur. Ainsi `\psPrintValue{1.2 3 exp}` donne 1,728 pour valeur approchée de $1{,}2^3$.

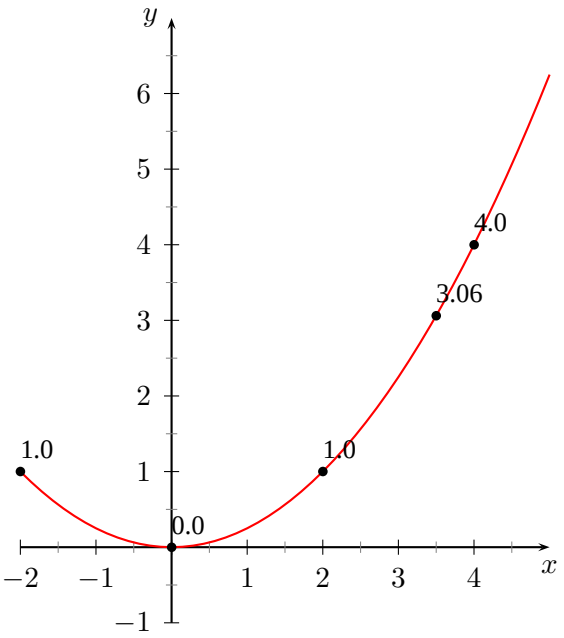
x donné, on veut afficher $f(x)$ sur la courbe.
On construit une macro :

```
\newcommand\ordon[1]{%
\psdots(!#1 \space \f{#1})
\uput[90](!#1 \space \f{#1})%
{\psPrintValue{\f{#1} 100 mul round 100 div}}}
```

Elle permet de placer au dessus du point de coordonnées $(\backslash i\ ;f(\backslash i))$ l'expression calculée par `\psPrintValue` arrondie à deux chiffres après la virgule [5] .
On affiche la valeur de $f(3{,}5)$ avec `\ordon{3.5}`.
On affiche la valeur de $f(i)$, pour $i \in \{-2{,}0{,}2{,}4\}$ avec `\multido{\i=-4+2}{5}{\ordon{\i}}`

```
\begin{pspicture}(-2,-1)(5,8)
\psaxes[ticksize=-.1 .1,subticks=2]{->}%
(0,0)(-2,-1)(5,7)[$x$,-90][$y$,180]
\psplot[linecolor=red]{-2}{5}{\f{x}}
\multido{\i=-2+2}{4}{ \ordon{\i}}
\ordon{3.5}
\end{pspicture}
```

[5]. En calculant : arrondi$(100f(x))/100$



13.3.3 Courbe-courbe et courbe-droite

Sous réserve d'utiliser l'extension `pst-eucl`, pour obtenir le point d'intersection entre la courbe représentant la *fonction* f et la droite (AB), on utilise la commande :

`\pstInterFL[`*option*`]%`
`{`*fonction*`}{`*A*`}{`*B*`}{`*abscisse*`}{`*nom du point*`}`

Pour obtenir le point d'intersection entre la courbe représentant la *fonction* f et celle représentant la *fonction* g, on utilise la commande :

`\pstInterFF[`*option*`]%`
`{`*fonction f*`}{`*fonction g*`}{`*abscisse*`}{`*nom du point*`}`

L'*abscisse* n'est pas forcément l'abscisse précise [6] du point d'intersection mais une valeur approchée (qui permettra d'obtenir une meilleure, calculée avec l'algorithme de Newton).

Je renvoie le lecteur à [86], [87] et [88] pour y trouver divers exemples.

13.4 Plusieurs courbes

13.4.1 Fonctions associées

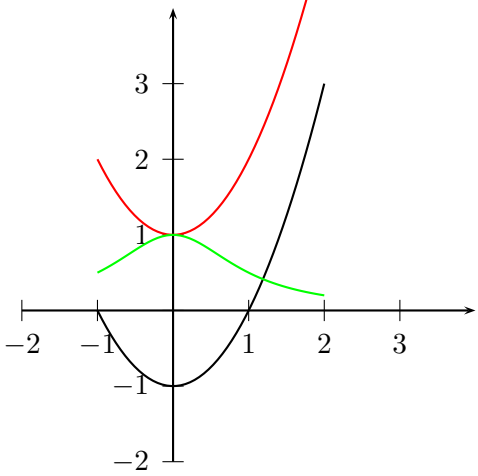
On peut aussi définir la fonction par la commande `\def\nom_fonction{expression}`.

Le premier code source de ce chapitre se réécrit alors :

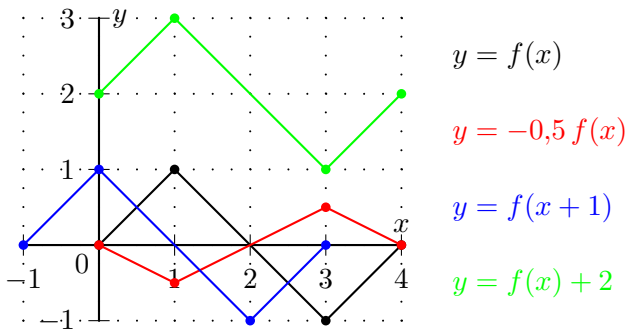
```
\begin{pspicture}(-2,-2)(4,4)
\psset{algebraic=true}
\def\f{x^2-1}
\psaxes{->}(0,0)(-2,-2)(4,4)
\psplot{-1}{2}{\f}
\end{pspicture}
```

Cela permet de définir une fonction g (h, etc.) en fonction de f :

```
\begin{pspicture}(-2,-2)(4,4)
\psset{algebraic=true}
\def\f{x^2-1}
\def\g{\f+2}
\def\h{1/(\f+2)} % h=1/g
\psaxes{->}(0,0)(-2,-2)(4,4)
\psplot{-1}{2}{\f}
\psplot[linecolor=red]{-1}{2}{\g}
\psplot[linecolor=green]{-1}{2}{\h}
\end{pspicture}
```



Toujours est-il que l'on peut représenter les courbes des fonctions associées f même sans la donnée explicite de $f(x)$:




```
\begin{pspicture}(-1,-1)(7,3)
\psset{unit=1cm,showpoints=true}
\psgrid[gridlabels=0,subgriddiv=0,%
griddots=4](-1,-1)(4,3)
\psaxes(0,0)(-1,-1)(4,3)
\uput[dl](0,0){0}
\uput[u](4,0){$x$} \uput[r](0,3){$y$}
\psline(0,0)(1,1)(3,-1)(4,0)
```

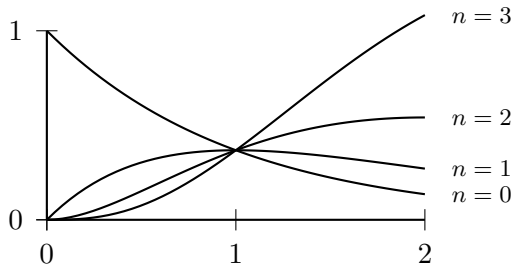
(6). Il est vrai que nous avons souvent utilisé des valeurs approchées pour placer des points : l'adjectif « précis » peut donc étonner. Dans le cas de l'emploi de cette commande, cela nous évite d'avoir à la déterminer.

```
\psline[linecolor=red](0,0)...
\uput[r](4.5,-0.5){%
\textcolor{green}{$y=f(x)+2$}}...
\end{pspicture}
```

13.4.2 Famille de courbes

On peut bien évidemment construire une famille de courbes.

Ci-dessous sont représentées les courbes des fonctions $x \mapsto x^n\,\mathrm{e}^{-x}$, pour $n \in \{0,1,2,3\}$ sur $[0\,;2]$.

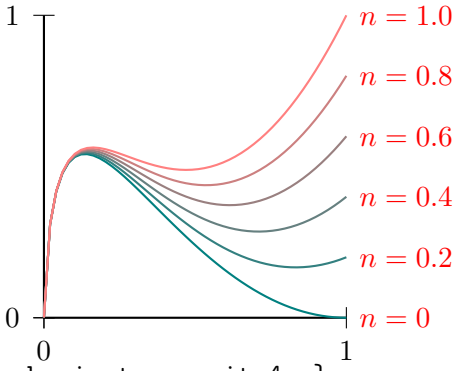



```
\psset{algebraic=true,unit=3cm}
\begin{pspicture}(0,0)(2,1)
\psaxes(0,0)(0,0)(2,1)
\multido{\n=0+1}{4}{%
\psplot{0.001}{2}{x^\n*2.718^(-x)}}
\rput(2.3,0.135){{\footnotesize $n=0$}}...
\end{pspicture}
```

Remarques
- L'abscisse initiale est 0,001 et non 0 pour ne pas avoir d'arrêt de compilation pour $n = 0$ [7] .
- Les affichages des paramètres « $n = \ldots$ » ont été faits « à la main » [8] .

On peut aussi colorier une famille de courbes avec des couleurs différentes.

Les fonctions f_n sont définies sur $]0\ ;\ 1]$ par :
$f_n(x) = (\ln(x)^2 + n\,x)\,x$ avec $n = 0,\ 0{,}2\ ,\ \ldots,\ 1$




```
\psset{algebraic=true,unit=4cm}
\begin{pspicture}(0,0)(1,1)
\psaxes(0,0)(0,0)(1,1)
\multido{\n=0+0.2}{6}{%
\definecolor{couleur}{rgb}{\n,0.5,0.5}
\psplot[linecolor=couleur]{0.00001}{1}{%
x*(ln(x)^2+\n*x)}
\uput[r](1,\n){\textcolor{red}{$n=\n$}}}
\end{pspicture}
```

(7). On peut aussi choisir de prendre 0 et de tracer la courbe liée à $n = 0$ à part.

(8). Néanmoins, les hauteurs correspondent aux valeurs approchées des images de 2 par ces fonctions. Les abscisses sont toutes égales (à 2,3).

13.5 Aires

13.5.1 Aire sous la courbe

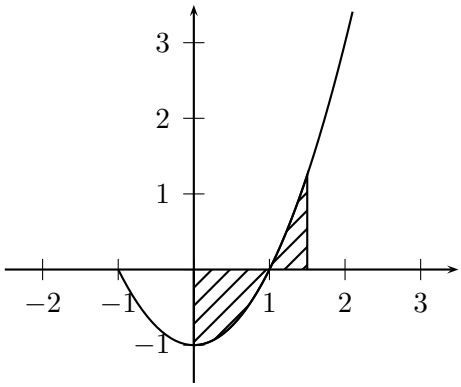
Une fonction f étant donnée, on veut donner la représentation graphique de $\int_a^b f(x)\,\mathrm{d}x$, autrement dit l'aire comprise entre la courbe $\mathcal{C}$ de f, l'axe des abscisses et les deux droites d'équations respectives $x = a$ et $x = b$.

On utilise la commande suivante :

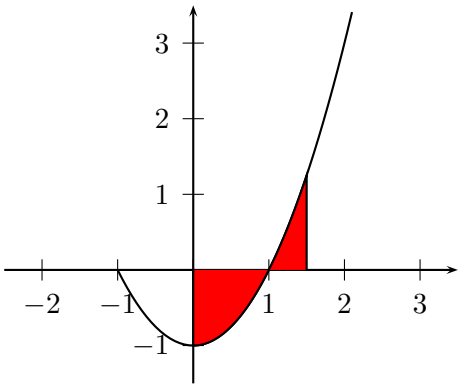
```
\pscustom[options]{%
\psline(a,0)(a,f(a))%
\psplot{a}{b}{expression de f(x)}{%
\psline(b,f(b))(b,0)}
```

L'ordre des trois dernières lignes et celui des termes dans celles-ci est important !

Voilà comment représenter $\int_0^{1{,}5} (x^2 - 1)\,\mathrm{d}x$:




```
\begin{pspicture}(-2.5,-1.5)(3.5,3.5)
\psset{algebraic=true}
\psaxes{->}(0,0)(-2.5,-1.5)(3.5,3.5)
\psplot{-1}{2.1}{x^2-1}
\pscustom[fillstyle=hlines]{%
\psline(0,0)(0,-1)
\psplot{0}{1.5}{x^2-1}
\psline(1.5,1.25)(1.5,0)}
\end{pspicture}
```




```
\pscustom[fillstyle=solid,fillcolor=red]{%
```

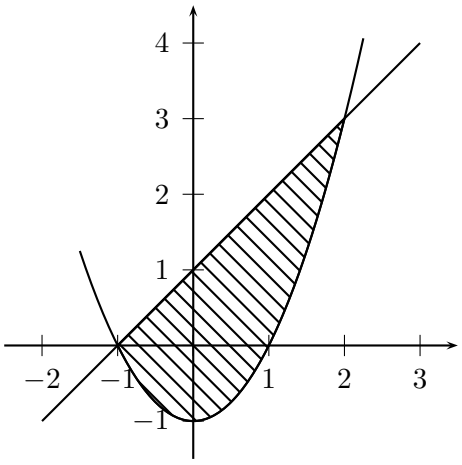
13.5.2 Aire entre deux courbes

Deux fonctions f et g étant données, on veut donner la représentation graphique de $\int_a^b [f(x) - g(x)]\,\mathrm{d}x$, autrement dit l'aire comprise entre les deux courbes sur l'intervalle $[a\,;b]$.

On utilise la commande suivante :

```
\pscustom[options]{%
\psplot{a}{b}{expression de f(x)}{%
\psplot{a}{b}{expression de g(x)}}
```

Voilà comment représenter l'intégrale [9] $\int_{-1}^{2} \left[(x^2-1)-(x+1)\right]\,\mathrm{d}x$:

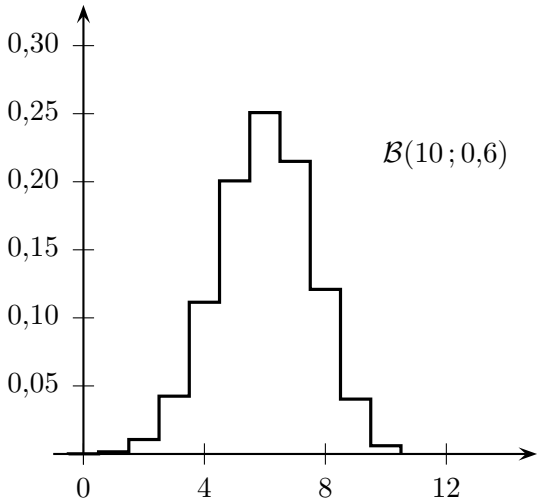



```
\begin{pspicture}(-2.5,-1.5)(3.5,4.5)
\psset{algebraic=true}
\psaxes{->}(0,0)(-2.5,-1.5)(3.5,4.5)
\psplot{-1.5}{2.25}{x^2-1}
\psplot{-2}{3}{x+1}
\pscustom[fillstyle=vlines]{%
\psplot{-1}{2}{x^2-1}\psplot{-1}{2}{x+1}}
\end{pspicture}
```

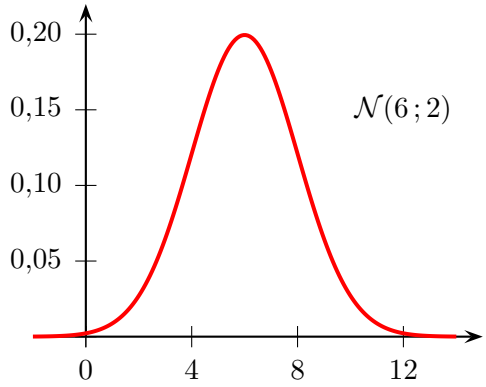
(9). *Remarque.* Une fois définies les deux fonctions f et g et les bornes a et b, Geogebra dessine cette aire à l'aide de la commande suivante : `IntégraleDomaine[f,g,a,b]`.

13.6 Représentation des lois binomiale et normale

Les lois normales et binomiales sont fournies dans le package `pst-func` ([94]).




```
\psset{xunit=0.4cm,yunit=18cm,arrowsize=5pt}
\begin{pspicture}(-4,-0.03)(16,0.34)
\rput(12,0.22){$\mathcal{B}(10\,;0,6)$}
\psaxes[comma,Dx=4,Dy=0.05]%
{->}(0,0)(-1,0)(15,0.33)
\psBinomial[linewidth=1.2pt]{10}{0.6}
\end{pspicture}
```



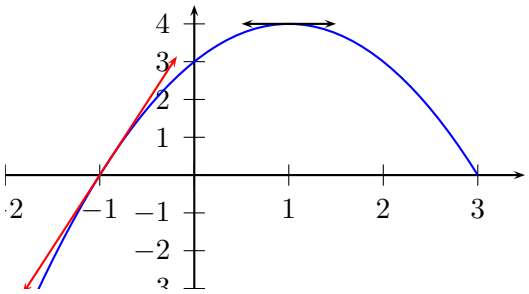

```
\psset{xunit=0.35cm,yunit=20cm,arrowsize=5pt}
\begin{pspicture}(-3,-0.03)(15,0.22)
\rput(12,0.15){$\mathcal{N}(6\,;2)$}
\psaxes[comma,Dx=4,Dy=0.05]%
{->}(0,0)(-1,0)(15,0.22)
\psGauss[linecolor=red,linewidth=1.5pt,%
mue=6,sigma=2]{-2}{21}
\end{pspicture}
```

13.7 Tangentes en un point et fonctions dérivées

`\psplotTangent{x}{long}{fonct}` permet de tracer une tangente de longueur *long* à la courbe représentative de la fonction *fonct* au point d'abscisse

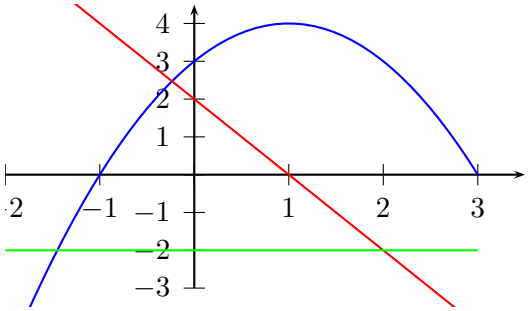
x via un calcul d'un calcul de taux d'accroissement sur un intervalle de rayon $5 \cdot 10^{-5}$ autour du point spécifié.

On peut aussi donner explicitement l'expression de la fonction dérivée et spécifier l'option `Derive`.




```
\psset{algebraic=true,%
xunit=1.25cm,yunit=0.5cm}
\begin{pspicture*}(-2,-3)(3.5,4.5)
\psaxes{->}(0,0)(-2,-3)(3.5,4.5)
\def\f{3+2*x-x^2}
\psplot[linecolor=blue]{-2}{3}{\f}
\psplotTangent[arrows=<->]{1}{0.5}{\f}
\psplotTangent[linecolor=red,arrows=<->,%
      Derive={2-2*x}]{-1}{1.5}{\f}
\end{pspicture*}
```

La commande `Derive`[10] permet de tracer les courbes représentatives des dérivées successives d'une fonction. Elle doit être néanmoins utilisée avec l'option `algebraic` :




```
%\usepackage{pstricks-add}
\psset{algebraic=true,%
xunit=1.25cm,yunit=0.5cm}
\begin{pspicture*}(-2,-3.5)(3.5,4.5)
\psaxes{->}(0,0)(-2,-3)(3.5,4.5)
\def\f{3+2*x-x^2}
\psplot[linecolor=blue]%
{-2}{3}{\f} %Courbe de f
\psplot[linecolor=red]%
{-2}{3}{Derive(1,\f)} %Courbe de f'
\psplot[linecolor=green]%
{-2}{3}{Derive(2,\f)} %Courbe de f''
\end{pspicture*}
```

(10). Toujours incluse dans `pstricks-add`.

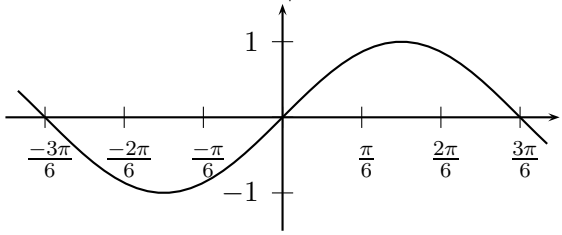
13.8 Suites récurrentes

Pour tracer des spirales, escargots et autres animaleries liées à une suite récurrente de type $U_{n+1} = f(U_n)$, je renvoie aussi bien à l'utilisation de Pstplus [75], à celle de la macro proposée par des collègues [110] ou à la modification du fichier source donné en exemple sur [84].

13.9 Repères trigonométriques

L'extension `pstricks-add` permet de tracer des repères trigonométriques.

Voici une représentation graphique de la fonction sinus sur l'intervalle $[-3{,}5\,;3{,}5]$. L'axe des abscisses est gradué avec un pas de $\pi/6$.




```
%\usepackage{pstricks-add}
\begin{pspicture}(-4,-1.5)(4,1.5)
\psaxes[trigLabels=true,%
trigLabelBase=6,%
xunit=\pstRadUnit]%
{->}(0,0)(-3.5,-1.5)(3.5,1.5)
\psplot{-3.5}{3.5}{x RadtoDeg sin}
\end{pspicture}
```

Chapitre 14

Graphes et arbres pondérés

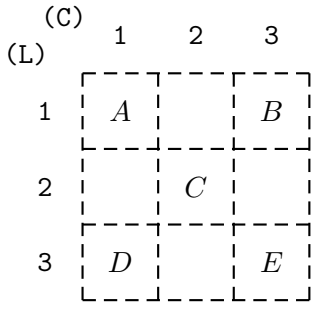
14.1 Graphes

L'extension `pst-node` *est nécessaire.*

14.1.1 Graphe non pondéré

14.1.1.1 Graphe non orienté

On va utiliser un environnement `\psmatrix`. On prépare le dessin du graphe en plaçant les différents éléments dans une matrice. Dans l'exemple ci-dessous, la lettre B est dans la ligne 1 et dans la colonne 3 : ce sera l'élément noté `{1,3}`.



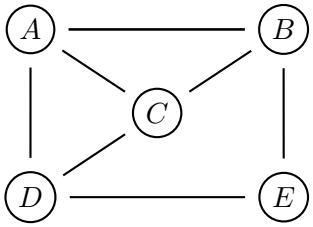
On obtient alors le support suivant :

```
$\begin{psmatrix}
   A & & B \\
   & C \\
   D & & E \\
\end{psmatrix}$
```

Le lecteur remarquera que, dans la deuxième ligne, il ne faut pas de `&` après le C : sa présence induit un espace vide (comme si l'on avait écrit un `{}`) et fait apparaître un cercle (∘) dans le résultat.

Pour dessiner un segment entre deux nœuds, on utilise la commande `\ncline`. Plus particulièrement, pour dessiner un segment allant de B (élément `{1,3}`) vers E (élément `{3,3}`), on saisit la commande `\ncline{1,3}{3,3}`.

Les segments ont leurs options propres (`linestyle`, `linewidth`, etc.). On peut donc saisir une commande telle que `\ncline[linecolor=red]{3,1}{2,2}`.

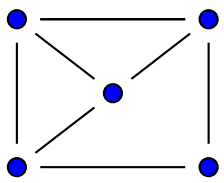



```
$\begin{psmatrix}[mnode=circle,%
colsep=1,rowsep=0.4]
   A &   & B \\
     & C     \\
   D &   & E \\
\end{psmatrix}$
\psset{nodesep=5pt}
\ncline{1,1}{1,3} \ncline{1,3}{1,1}
\ncline{1,1}{2,2} \ncline{1,1}{3,1}
\ncline{1,3}{3,3} \ncline{2,2}{1,3}
\ncline{3,1}{2,2} \ncline{3,1}{3,3}
```

On peut avoir quelques envies décoratives...

- L'option `[mnode=circle]` permet d'encercler le nom du nœud.
- L'instruction `nodesep=5pt` signifie qu'il y a un espace de 5 pt entre le cercle et la plus proche extrémité de la flèche.
- Par défaut, la dimension d'une ligne ou d'une colonne est 1,5. On les change avec les paramètres `rowsep=...` et `colsep=...` respectivement.

Si les lettres ne sont pas désirées, on peut les remplacer par des cercles ou des disques (éventuellement coloriés) en mettant à leur place un « `{}` » (1) :



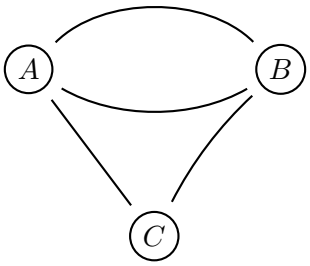
```
\begin{psmatrix}[mnode=circle,%
fillstyle=solid,fillcolor=blue]
```

(1). En fait, c'est un espace vide qui est encerclé !

```
 {} &    & {} \\
    & {}      \\
 {} &    & {}
\end{psmatrix} ...
```

On peut rajouter [2] , éventuellement, dans la commande `\psset{...}` l'instruction `arrows=-` .

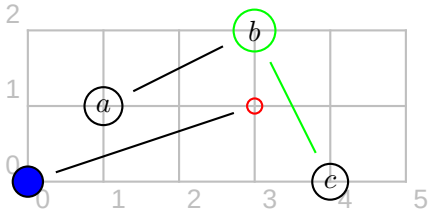
Les nœuds ne sont pas forcément reliés par des segments : on peut, entres autres, utiliser des arcs. La commande `\ncarc[arcangle=`*angle*`]` indique l'*angle* de départ (et d'arrivée) de la jonction par rapport au segment reliant les deux nœuds.




```
$\begin{psmatrix}[mnode=circle,colsep=1]
 A &  & B \\    & C
\end{psmatrix}$
\psset{arrowscale=2,arrows=-}
\ncarc[arcangle=45]{1,1}{1,3}    % A->B
\ncarc[arcangle=30]{1,3}{1,1}    % B->A
\ncarc[arcangle=-10]{1,3}{2,2}   % B->C
\ncline{2,2}{1,1}                % C->A
```

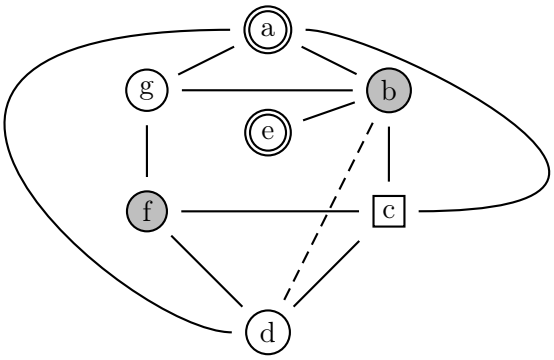
Il existe une autre façon de construire un graphe pondéré, utilisant les coordonnées des nœuds.

- La commande suivante pose le nœud en (x,y). Ce nœud est un cercle de *rayon* précisé.
  `\cnode[`*options*`](`x`,`y`){`*rayon*`}{`*nom*`}`
- La commande suivante pose le nœud en (x,y). Ce nœud a un *nom* permettant de le repérer et il porte une *légende*.
  `\cnodeput[`*options*`](`x`,`y`){`*nom*`}{`*légende*`}`




```
\begin{pspicture}(5,2)
\cnodeput(1,1){A}{$a$}
\cnodeput[linecolor=green](3,2){B}{$b$}
\cnodeput(4,0){C}{$c$}
\ncline{A}{B}
\ncline[linecolor=green]{B}{C}
\cnode[fillstyle=solid,%
fillcolor=blue](0,0){2mm}{D}
\cnode[linecolor=red](3,1){1mm}{E}
\ncline{D}{E}
\end{pspicture}
```

On peut aussi construire un graphe coloré :

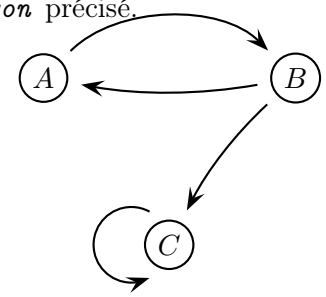



```
\psset{unit=8mm}
\begin{pspicture}(-2,0)(5,6.5)
% définition des noeuds
\cnodeput[doubleline=true](2,6){A}{a}
\cnodeput[fillstyle=solid,fillcolor=%
lightgray](4,5){B}{b}
\rput(4,3){\rnode{C}{\psframebox{c}}}
\cnodeput(2,1){D}{d}
\cnodeput[doubleline=true](2,4.3){E}{e}
\cnodeput[fillstyle=solid,fillcolor=%
lightgray](0,3){F}{f}
\cnodeput(0,5){G}{g}
% définition des arêtes
\ncline{A}{B} \ncline{A}{G} \ncline{B}{E}
\ncline{B}{C} \ncline{D}{F} \ncline{F}{G}
\ncline{B}{G} \ncline{C}{D} \ncline{C}{F}
\nccurve[ncurvB=3]{A}{C}
\nccurve[angle=-180,ncurvA=3]{A}{D}
\ncline[linestyle=dashed]{B}{D}
\end{pspicture}
```

14.1.1.2 Graphe orienté

Pour obtenir une flèche, on met dans les paramètres la demande `arrows=->` .

La commande
`\nccircle[angleA=`*angle*`]{->}{`*nœud*`}{`*rayon*`}`
permet de relier un *nœud* à lui-même avec un arc de cercle de *rayon* précisé.

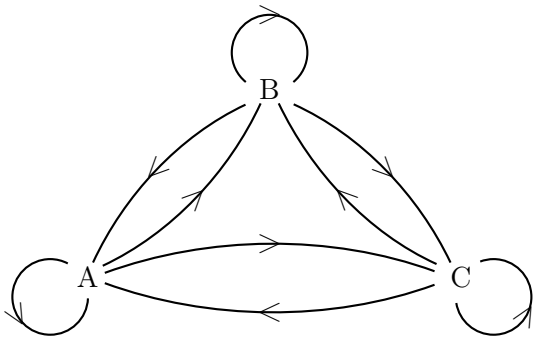


(2). C'est pratique quand on fait des copier-coller : il n'y a qu'a choisir entre - et -> du graphe orienté.

```
$\begin{psmatrix}[mnode=circle,colsep=1]
 A &  & B \\
 & C
\end{psmatrix}$

\psset{arrowscale=2,arrows=->}
\ncarc[arcangle=45]{1,1}{1,3}
\ncarc[arcangle=10]{1,3}{1,1}
\ncarc[arcangle=-10]{1,3}{2,2}
\nccircle[angleA=90]{2,2}{0.5}
```

Les deux lignes
`\ncarc[arcangle=-10]{1,3}{2,2}`
`\ncarc[arcangle=10]{2,2}{1,3}`
sont équivalentes.

On peut aussi dessiner autrement les flèches représentant les arcs orientés [3] en dessinant par-dessus l'arc le symbole $<$ ou $>$, tourné.

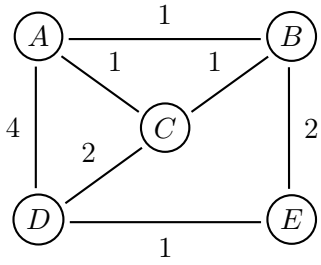



```
\begin{center}
$\begin{psmatrix}[colsep=2,rowsep=2,]
 & \mbox{~B~}\\
\mbox{~A~}&  &\mbox{~C~}
\end{psmatrix}$
\end{center}
\psset{arrowscale=2,offset=-1pt,,nodesep=2pt}

\ncarc[arcangle=20]{1,2}{2,1}
   \ncput[nrot=45]{\textbf{>}}
\ncarc[arcangle=20]{2,1}{1,2}
   \ncput[nrot=45]{\textbf{<}}

\ncarc[arcangle=20]{1,2}{2,3}
   \ncput[nrot=-45]{\textbf{>}}
\ncarc[arcangle=20]{2,3}{1,2}
   \ncput[nrot=-45]{\textbf{<}}

\ncarc[arcangle=20]{2,1}{2,3}
   \ncput[nrot=0]{\textbf{>}}
\ncarc[arcangle=20]{2,3}{2,1}
   \ncput[nrot=180]{\textbf{>}}

\nccircle[angleA=0]{1,2}{0.5}
   \ncput[nrot=0]{\textbf{>}}
\nccircle[angleA=120]{2,1}{0.5}
   \ncput[nrot=-60]{\textbf{>}}
\nccircle[angleA=240]{2,3}{0.5}
   \ncput[nrot=60]{\textbf{>}}

\ncarc[arcangle=10]{1,3}{1,1}
\ncarc[arcangle=-10]{1,3}{2,2}
\nccircle[angleA=90]{2,2}{0.5}
```

14.1.2 Graphe pondéré

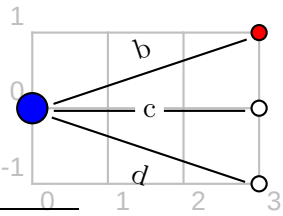
14.1.2.1 Graphe non orienté

Pour placer un poids [4] , on ajoute dans les paramètres `shortput=nab` et au bout de la ligne de commande du segment l'instruction `^{poids}` ou `_{poids}` selon que l'on veuille placer celui-ci au-dessus ou en-dessous du segment [5] .




```
$\begin{psmatrix}[mnode=circle,%
colsep=1,rowsep=0.5]
   A &   & B \\
     & C     \\
   D &   & E \\
\end{psmatrix}$

\psset{shortput=nab}
\ncline{1,1}{1,3}^{1}
\ncline{1,1}{2,2}^{1}
\ncline{1,1}{3,1}_{4}
\ncline{1,3}{3,3}^{2}
\ncline{2,2}{1,3}^{1}
\ncline{3,1}{2,2}^{2}
\ncline{3,1}{3,3}_{1}
```

Reprenons notre version « coordonnées des nœuds ». On peut, là aussi, construire un graphe pondéré :



(3). Cela est plus esthétique quand il y a plusieurs arêtes qui arrivent à un même sommet.

(4). En fait, cette valeur numérique peut être un texte.

(5). Le sens du segment est donc important.

```
\begin{pspicture}(0,-1)(3,1)
\psset{fillstyle=solid,nrot=:U}
\cnode[fillcolor=blue](0,0){2mm}{A}
\cnode[fillcolor=red](3,1){1mm}{B}
\cnode(3,0){1mm}{C} \cnode(3,-1){1mm}{D}
\ncline{A}{B}\naput{b}
\ncline{A}{C}\ncput*{c}
\ncline{A}{D}\nbput{d}
\end{pspicture}
```

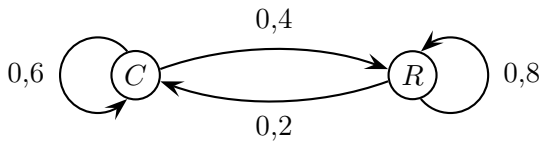
La commande `nrot=:U` permet d'écrire parallèlement au segment reliant deux nœuds. Par défaut, le texte est écrit horizontalement.

Les diverses commandes du type `\naput` sont expliquées à la page 129.

14.1.2.2 Graphe orienté

Un graphe pondéré orienté est un graphe *et* pondéré *et* orienté : il a donc les caractéristiques de chacun de ces deux graphes.

Voici un exemple pouvant illustrer un problème de probabilités [6] :




```
$\begin{psmatrix}[mnode=circle,colsep=3]
 C & R \\
\end{psmatrix}$

\psset{nodesep=0pt,arrows=->,shortput=nab}
\ncarc[arcangle=20]{1,1}{1,2}^{0,4}
\nccircle[angleA=90]{1,1}{0.5}_{0,6}
\ncarc[arcangle=20]{1,2}{1,1}^{0,2}
\nccircle[angleA=-90]{1,2}{0.5}_{0,8}
```

14.1.3 Applications

14.1.3.1 Illustration d'une démarche de résolution

Premier exemple

$(x^2+3x+4)\times(2x+5)$

$(x^2+3x+4)\times(2x+5)$

```
\psset{nodesep=0.5mm,linecolor=red}

$(\rnode{1}x^2+3x+4) \times (2\rnode{a}x
+\rnode{b}5)$
\nccurve[angleA=-45,angleB=-135]{->}{1}{a}
\nccurve[angleA=-45,angleB=-135]{->}{1}{b}

$(\rnode{1}x^2+\rnode {2}3x+\rnode{3}4)
\times(2\rnode{a}x+\rnode{b}5)$
\nccurve[angleA=-45,angleB=-135]{->}{1}{a}
\nccurve[angleA=-45,angleB=-135]{->}{2}{a}
\nccurve[angleA=-45,angleB=-135]{->}{3}{a}
```

Second exemple

Développement de $(2\,x+1)\left(\dfrac{3}{2}\,x+4\right)$:

- provient de $2\,x\times\dfrac{3}{2}x$
- provient de $2\,x\times 4+1\times\dfrac{3}{2}\,x$
- provient de 1×2

$$E=\boxed{3\,x^2}+\boxed{\frac{19}{2}\,x}+\boxed{2}$$

```
Développement de ... :
\begin{itemize}
\item provient de %
\rnode{a}{$2\times \dfrac{3}{2}$}
\\[0.25cm]
\def\xstrut{\vphantom{\dfrac{11}{2}}}
\[E =
\rnode[t]{ae}{%
\psframebox*[fillcolor=lightgray]{%
\xstrut 3\,x^2}} +
\rnode[t]{be}{%
\psframebox*[fillcolor=green]{%
\xstrut \dfrac{11}{2}\,x}} +
\rnode[t]{ce}{%
\psframebox*[fillcolor=cyan]{\xstrut 2}}
\]\\[0.25cm]
\item provient de \rnode{b}{%
$2\times 2+1\times\dfrac{3}{2}$}
\item provient de \rnode{c}{%
$1\times 2$}
\end{itemize}
\psset{nodesep=3pt}
\nccurve[angleA=0,angleB=90]{->}{a}{ae}
\nccurve[angleB=-90]{->}{b}{be}
\nccurve[angleA=-45,angleB=-90]{->}{c}{ce}
```

Le `\xstrut{\vphantom{\dfrac{19}{2}}}` donne à toutes les boîtes la même hauteur, celle de la boîte

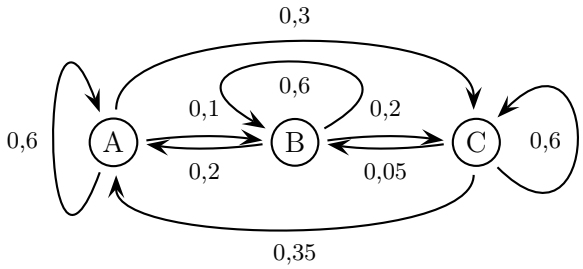
[6]. Et autres phénomènes stochastiques ! Par exemple : « Au début d'une étude démographique portant sur les 1 200 personnes d'une île, le quart de la population vivait dans la capitale. Depuis, chaque année, 40 % des habitants de la capitale quittent celle-ci pour aller vivre dans le reste de l'île tandis que 20 % des habitants du reste de l'île viennent habiter dans la capitale. Etc. »

qui contient $\frac{19}{2}$ [7] . Sinon, on aurait :

$$E = 3\,x^2 + \frac{11}{2}\,x + 2$$

14.1.3.2 Graphe probabiliste

Voici un graphe probabiliste, dont la matrice associée est donnée page 63.




```
\psset{xunit=24mm}
\begin{pspicture}(-0.5,-1)(2.5,3)
\cnodeput(0,1){A}{A}
\cnodeput(1,1){B}{B}
\cnodeput(2,1){C}{C}
{\footnotesize
\ncarc{->}{A}{B}\Aput{0,1}
\ncarc{->}{B}{A}\Aput{0,2}
\ncarc{->}{B}{C}\Aput{0,2}
\ncarc{->}{C}{B}\Aput{0,05}
\nccurve[ncurv=0.5,angle=90]%
{->}{A}{C}\Aput{0,3}
\nccurve[ncurv=0.4,angle=-90]%
{->}{C}{A}\Aput{0,35}
\nccurve[ncurv=6,angleA=-110,angleB=110]%
{->}{A}{A}\Aput{0,6}
\nccurve[ncurv=6,angleA=30,angleB=150]%
{->}{B}{B}\Aput{0,6}
\nccurve[ncurv=6,angleA=-45,angleB=45]%
{->}{C}{C}\Aput{0,6}}
\end{pspicture}
```

14.1.3.3 Texte partiellement encadré

Une petite astuce !

Énoncé
Exemple d'un texte partiellement encadré □

```
\textbf{\rnode{A}Énoncé}\par
Exemple d'un texte partiellement encadré
\par\hfill\rnode{B}{$~\square$}
\ncangles[nodesepA=2mm,angleA=180,%
angleB=180]{-}{A}{B}
```

(7). Les fantômes sont détaillés page 67.

14.2 Arbres

L'extension `pst-tree` *est nécessaire.*

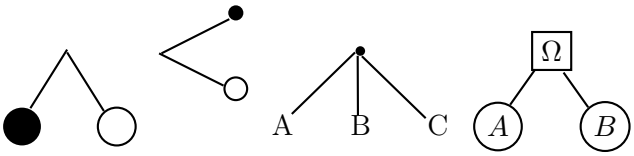
Les arbres n'ont pas besoin d'être insérés dans un environnement `picture`.

14.2.1 Arbres non pondérés

Pour construire un arbre reliant une racine donnée aux feuilles $f1$, $f2$, etc., on utilise la commande `\pstree[`*opt*`]{`*racine*`}{`$f1$`}{`$f2$`}{...}}`

Pour indiquer la direction dans laquelle l'arbre doit grandir, on utilise la commande `treemode=`*dir* où *dir* a pour valeur L (gauche), R (droite), U (haut) ou D (bas) [8] .

La distance horizontale entre deux nœuds voisins [9] est modifiée avec `treesep=`*val*. Si l'on ne tient pas compte des largeurs des légendes des nœuds, cette distance [10] est modifiée avec `treenodesize=`*val*.
La distance verticale entre une racine/nœud et ses feuilles [11] est modifiée avec `levelsep=`*val*.
L'espace entre une racine et l'extrémité du segment qui la lie à la feuille est `nodesep=`*val*.

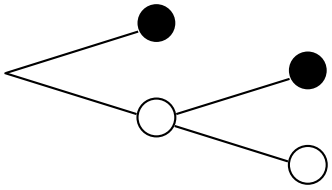



```
\psset{nodesep=0pt,levelsep=1cm}
\pstree{\Tp}
       {\TC* \TC}

\psset{treemode=R,nodesep=0pt,levelsep=1cm}
\pstree{\Tp}
       {\Tc*{1mm}\Tc{1.5mm}}

\psset{treemode=D,nodesep=0pt,levelsep=1cm}
\pstree{\Tdot}
       {\TR{A} \TR{B} \TR{C}}

\psset{nodesep=0pt,levelsep=1cm}
\pstree{\Tr{\psframebox{$\Omega$}}}
       {\Tcircle{$A$} \Tcircle{$B$}}
```

La commande `\Tp` place un espace vide au nœud vide. La commande `\Tdot` place un petit point.

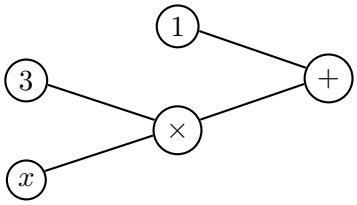
(8). Pour *Left*, *Right*, *Up* et *Down*.
(9). 0,75 cm par défaut.
(10). −1 pt par défaut.
(11). 2 cm par défaut.

Quand, à une feuille, il y a de nouveau un arbre, on utilise la commande `\pstree` de façon récursive [12] .

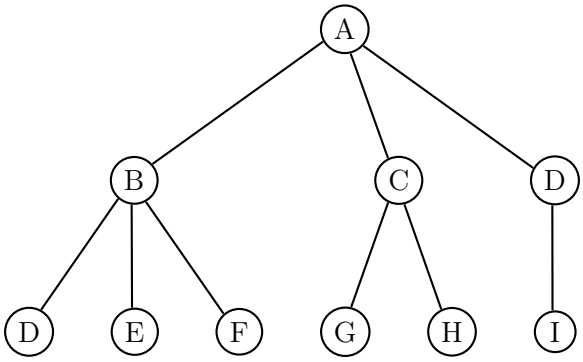


```
\psset{treemode=R,levelsep=2cm}
\pstree{\Tp}{%
   \TC*
   \pstree{\TC}{%
       \TC* \TC
              }
            }
```

Voici comment on pourrait construire un arbre lié au calcul de $3\,x+1$ [13] :




```
\psset{treemode=L,levelsep=2cm}
\pstree{\Tcircle{$+$}}
    {\Tcircle{$1$}
     \pstree{\Tcircle{$\times$}}
         {\Tcircle{$3$}\Tcircle{$x$}} }
```




```
\psset{treemode=D}
\pstree{\Tcircle{A}}
    {\pstree{\Tcircle{B}}
        {\Tcircle{D} \Tcircle{E} \Tcircle{F}}
    \pstree{\Tcircle{C}}
        {\Tcircle{G} \Tcircle{H}}
    \pstree{\Tcircle{D}}
        {\Tcircle{I}}}
```

(12). Une petite organisation des données s'impose alors !

(13). Ceci est à rapprocher de la notation en polonaise inverse `3 x mul 1 add`.

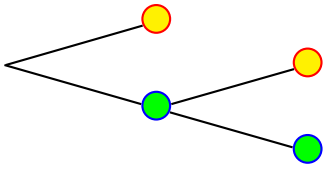
14.2.2 Avec une `\newcommand`

On peut aussi utiliser une `\newcommand` pour définir un type de nœud qui servira plusieurs fois et dont on voudrait soit éviter de saisir à chaque fois la ligne complète de saisie soit pouvoir changer facilement l'un des paramètres « à la base » sans avoir à changer chaque ligne dans chaque apparition.

On définit ainsi, par exemple, deux nœuds, « jaune » (J) et « vert » (V), de la façon suivante :

```
\newcommand{\J}{\Tcircle[fillstyle=solid,%
fillcolor=yellow,linecolor=red]{ }}
\newcommand{\V}{\Tcircle[fillstyle=solid,%
fillcolor=green,linecolor=blue]{ }}
```

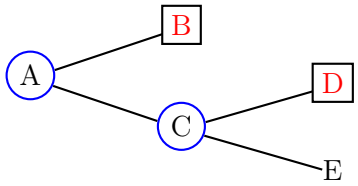
L'arbre ci-dessous précède ses lignes de code.



```
\psset{treemode=R}
\pstree{\Tp}{\J \pstree{\V}{\J \V} }
```

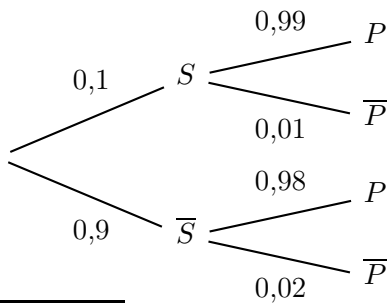
Voici un autre exemple [14] :

```
\pstree[treemode=R]{\C{A}}
    {\K{B}
        \pstree{\C{C}}
            {\K{D} \N{E}}
    }
```



14.2.3 Arbres pondérés

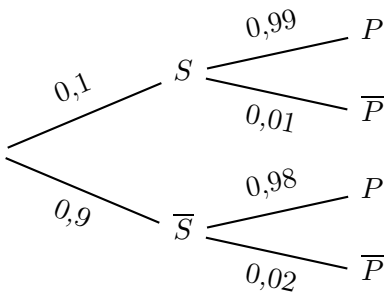
Pour placer un `{`*poids*`}` sur une branche, on ajoute après la définition du nœud l'instruction `^{`*poids*`}` ou `_{`*poids*`}` selon que l'on veuille placer celui-ci au-dessus ou en-dessous de la branche.



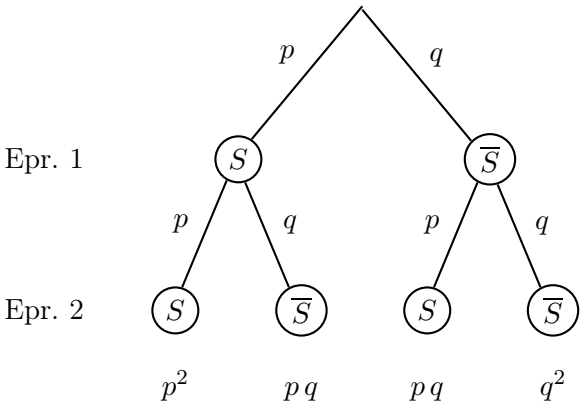
(14). Les lettres K, C et S correspondent respectivement à un habillage avec un carré, un habillage avec un cercle et un habillage nul.

```
\pstree[treemode=R,nodesep=5pt,%
levelsep=2.5cm]{\Tp}{%
  \pstree{\TR{$S$}^{0,1}}{%
       \TR{$P$}^{0,99}
       \TR{$\overline{P}$}_{0,01}}
   \pstree{\TR{$\overline{S}$}_{0,9}}{%
       \TR{$P$}^{0,98}
       \TR{$\overline{P}$}_{0,02}}}
```

Par défaut, le texte est écrit horizontalement. Tout comme dans un graphe, on peut utiliser les commandes `nrot=:U` et `\naput` pour écrire parallèlement au segment reliant deux nœuds.




```
\pstree[treemode=R,nodesep=5pt,
levelsep=2.5cm,nrot=:U]{\Tp}{%
 \pstree{\TR{$S$}\naput{0,1}}{%
         \TR{$P$}\naput{0,99}
         \TR{$\overline{P}$}\nbput{0,01}}
 \pstree{\TR{$\overline{S}$}\nbput{0,9}}{%
         \TR{$P$}\naput{0,98}
         \TR{$\overline{P}$}\nbput{0,02}}
}
```



Le texte « Epr. 1 » est en fait la légende d'une feuille d'un arbre (dirigé vers le bas) à une branche et le texte « Epr. 2 », celle d'une feuille de l'arbre à une branche de racine la feuille précédente. Ces branches ne sont pas dessinées, comme le demande l'option `edge=none`.

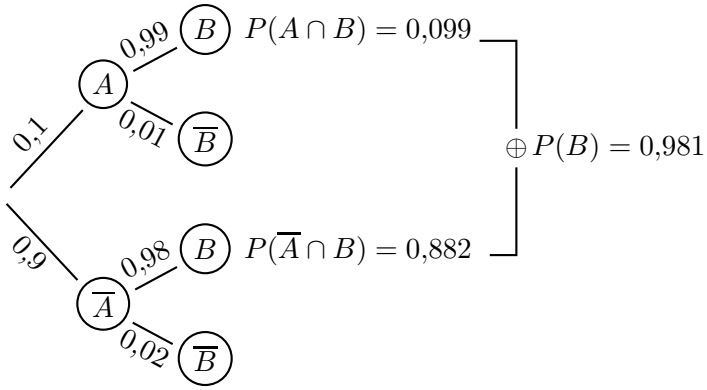
```
\pstree[treemode=D,edge=none,%
levelsep=2cm]{\Tp}{%
       \pstree{\TR{Epr. 1}}{\TR{Epr. 2}}}
```

Dans le même ordre d'idée, les probabilités p^2, $p\,q$ et q^2 sont des feuilles d'arbres à une branche, de longueur 1 cm.

```
\psset{nodesep=0mm,levelsep=20mm,%
treesep=10mm}
\pstree[treemode=D]{\Tp}
{
\pstree
{\Tcircle{$S$}\nbput{$p$}}
{
\pstree[edge=none,levelsep=1cm]
{\Tcircle{$S$}\nbput{$p$}}
{
\TR{$p^2$}}
\pstree[edge=none,levelsep=1cm]
{\Tcircle{$\overline{S}$}\naput{$q$}}
{
\TR{$p\,q$}
}
}
\pstree
{\Tcircle{$\overline{S}$}\naput{$q$}}
{
\pstree[edge=none,levelsep=1cm]
{\Tcircle{$S$}\nbput{$p$}}
{
\TR{$p\,q$}
}
\pstree[edge=none,levelsep=1cm]
{\Tcircle{$\overline{S}$}\naput{$q$}}
{
\TR{$q^2$}
}
}
}
```

L'arbre portant les deux textes et l'arbre probabilisé sont espacés d'un `\qquad`, le tout est placé dans un environnement `\center`.

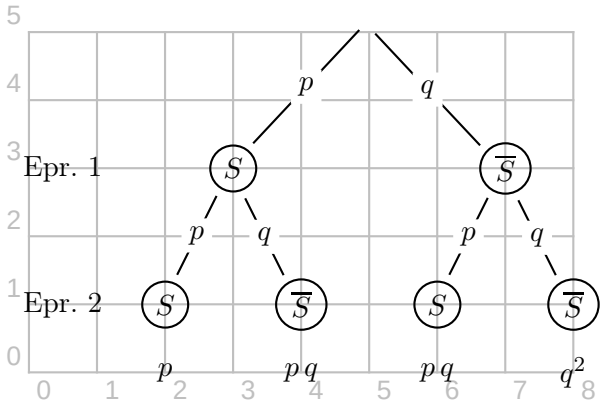
On peut utiliser un arbre pour calculer une probabilité :




```
\psset{nrot=:U}
```

```
\pstree[treemode=R,levelsep=1.35cm,%
labelsep=2pt]{\Tr{}}
{\pstree{\Tcircle{$A$}\naput{$0{,}1$}}
{\Tcircle{$B$}~[tnpos=r]{%
$P(A\cap B)=0{,}099$%
\rnode{noeud1}{}}\naput{$0{,}99$}
\Tcircle{$\overline{B}$}
\nbput{$0{,}01$}}
\pstree{\Tcircle{$\overline{A}$}
\nbput{$0{,}9$}}
{\Tcircle{$B$}~[tnpos=r]{%
$P(\overline{A}\cap B)=0{,}882$%
\rnode{noeud2}{}}\naput{$0{,}98$}
\Tcircle{$\overline{B}$}
\nbput{$0{,}02$}} }
\ncbar{noeud1}{noeud2}\ncput*{$\oplus$}
\naput[nrot=0]{$P(B)=0{,}981$}
```

Première remarque. Les arbres peuvent être dessinés avec l'extension `\pstricks` seule où à l'aide de l'extension `pst-node`.




```
\psset{unit=0.9cm}
\begin{pspicture}(0,0)(8,5)
\psgrid[subgriddiv=0,gridcolor=lightgray,%
gridlabelcolor=lightgray](0,0)(8,5)
\rput(0.5,1){\Rnode{E2}{Epr. 2}}
\rput(0.5,3){\Rnode{E1}{Epr. 1}}
\rput(5,5){\Rnode{A}{\Tp}}
\cnodeput(3,3){B}{$S$}
\cnodeput(7,3){C}{$\overline{S}$}
\cnodeput(2,1){D}{$S$}
\rput(2,0){\Rnode{p1}{$p$}}
\cnodeput(4,1){E}{$\overline{S}$}
\rput(4,0){\Rnode{p2}{$p\,q$}}
\cnodeput(6,1){F}{$S$}
\rput(6,0){\Rnode{p3}{$p\,q$}}
\cnodeput(8,1){G}{$\overline{S}$}
\rput(8,0){\Rnode{p4}{$q^2$}}
\ncline{A}{B}\ncput*{$p$}
\ncline{A}{C}\ncput*{$q$}
\ncline{B}{D}\ncput*{$p$}
\ncline{B}{E}\ncput*{$q$}
\ncline{C}{F}\ncput*{$p$}
\ncline{C}{G}\ncput*{$q$}
\end{pspicture}
```

Seconde remarque. Le logiciel Pstplus [75] pourra être d'une grande utilité dans la création d'arbres ! Il demande seulement à l'utilisateur de cliquer sur les boutons `Ajouter Branche` et `Ajouter Sous Branche` puis de nommer les nœuds correspondants, affectés de leur poids. Puis il fait lui-même tout le travail de structuration !

Chapitre 15

Algorithmes

Remarque. Il s'agit ici de voir comment écrire un algorithme qui sera adapté au langage de programmation utilisé en classe (Python, Scratch, Algobox, ...). En particulier, ces lignes verront apparaître une instruction comme « a prend pour valeur 0 » mais pas une instruction telle que « $a := 0$ » ou « $0 \to a$ ».

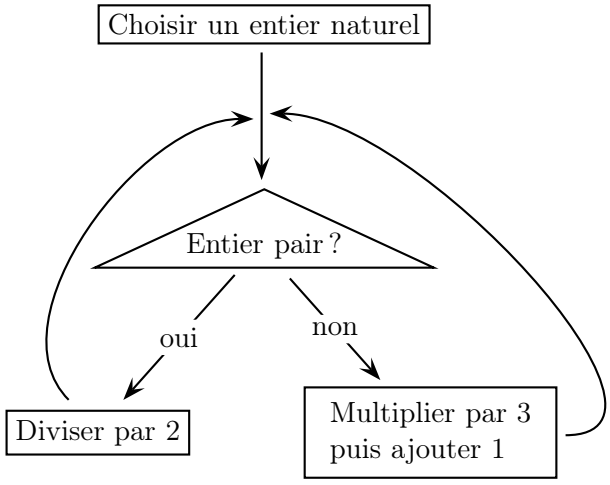
15.1 Deux premières idées de présentation

Pour présenter un algorithme, on peut être amené à le présenter avec un tableau (voyez par exemple celui ci-dessous qui est l'algorithme de la multiplication russe, page 88) – et dont le code source ne montre *aucunement* une présence d'algorithme – ou par un organigramme (celui ci-dessous représente la « suite de Syracuse ») :

saisir les entiers a et b
m **prend la valeur** 0

tant que $b \neq 0$ **faire**
  si b est impair **alors**
  m **prend la valeur** $m + a$
  a **prend la valeur** $2 \times a$
  b **prend la valeur** $E(b/2)$

affiche m



15.2 Le package `algorithmic`

15.2.1 Présentation

LaTeX fait bien les choses puisqu'il permet d'obtenir des présentations en utilisant les packages `algorithmic` et `algorithm`.

Le premier connaît toutes les instructions de programmation usuelles. Les plus utilisées sont décrites ci-dessous. Le lecteur trouvera la documentation complète du package sur [108]. Il y a systématiquement des exemples.

Le second permet de créer la présentation sous forme de flottant ; nous y reviendrons au paragraphe 15.3.

15.2.2 Quelques instructions

- Saisies

  `\REQUIRE` *`<Saisies>`*

- Résultats

  `\ENSURE` *`<Résultats>`*

- Etat

  `\STATE` *`<Texte>`*

- Condition

  `\IF` *`<Condition><Texte>`* `\ENDIF`

  `\IF` *`<Condition><Texte1>`*
  `\ELSE` *`<Texte2>`* `\ENDIF`

  `\IF` *`<Condition1><Texte1>`*
  `\ELSIF` *`<Condition 2><Texte2>`*
  `\ELSE` *`<Texte3>`* `\ENDIF`

- Pour

  `\FOR` *`<Condition><Texte>`* `\ENDFOR`

  `\FORALL` *`<Condition><Texte>`* `\ENDFOR`

  `\TO`[(1)] *`<Valeur>`*

- Tant que

  `\WHILE` *`<Condition><Texte>`* `\ENDWHILE`

(1). Le « à » dans « de ... à ... »

- Boucle

  `\LOOP` *<Condition><Texte>* `\ENDLOOP`

- Répétition

  `\REPEAT` *<Condition><Texte>* `\UNTIL`

- Connections logiques

  <Expression1> `\AND` *<Expression2>*

  <Expression1> `\OR` *<Expression2>*

  <Expression1> `\XOR` *<Expression2>*

  `\NOT` *<Expression>*

- Affichage

  `\PRINT` *<Texte>*

- Commentaire

  `\COMMENT` *<Commentaire>*

15.2.3 Francisation

Le lecteur et ses élèves (!) préfèreront probablement une version francisée de l'algorithme. Dans ce cas, on place dans le préambule les commandes données en page 151 [(2)] .

15.2.4 Exemple

Voici un algorithme qui donne la liste des diviseurs d'un entier n strictement supérieur à 1.

Entrée(s) n entier, $n > 1$
  a prend pour valeur n
  pour d prenant les valeurs entières de 2 **à** $E\left(\frac{n}{2}\right)$
  faire
    tant que d divise a **faire**
      afficher la valeur de d
      a prend pour valeur $\frac{a}{d}$
    fin du tant que
  fin du pour
Sortie(s) les diviseurs de n

```
\begin{algorithmic}
\REQUIRE $n$ entier, $n>1$
\STATE {$a$ prend pour valeur $n$}
\FOR {$d$ prenant les ... 2 \TO ...}
\WHILE {$d$ divise $a$}
\STATE {afficher la valeur de $d$}
\STATE {$a$ prend pour valeur $\dfrac{a}{d}$}
\ENDWHILE
\ENDFOR
\ENSURE les diviseurs de $n$ \\
\end{algorithmic}
```

(2). Elles sont récupérables sur mon blog, [126].

15.2.5 Début et fin

On peut ajouter les encadrés Début et Fin dans un algorithme en ajoutant dans le préambule

```
\newcommand{\BEGIN}{\STATE \fbox{D\'ebut}}
\newcommand{\END}{\STATE \fbox{Fin}}
```

Début
Entrée(s) n entier
  a prend pour valeur n
  pour p prenant les valeurs entières de 0 **à** n **faire**
    afficher la valeur de p^2
  fin du pour
Sortie(s) les $n+1$ premiers carrés
Fin

```
\begin{algorithmic}
\BEGIN
\REQUIRE $n$ entier
...
\ENSURE les $n+1$ premiers carrés
\END
\end{algorithmic}
```

15.2.6 Numérotation des lignes

On peut choisir la fréquence de la numérotation : en écrivant `\begin{algorithmic}[n]`, chaque $n^{\text{ième}}$ ligne sera numérotée.

Entrée(s) n entier
    a prend pour valeur n
2: **pour** p prenant les valeurs entières de 0 **à** n **faire**
      afficher la valeur de p^2
4: **fin du pour**
Sortie(s) les $n+1$ premiers carrés

```
\begin{algorithmic}[2]
\REQUIRE $n$ entier ...
```

Cela permet, avec $n = 1$ plus particulièrement, de repérer les références créées...

Entrée(s) n entier
1: a prend pour valeur n
2: **pour** p prenant ... **faire**
3: afficher la valeur de p^2
4: **fin du pour**
Sortie(s) les $n+1$ premiers carrés
La ligne 3 demande d'afficher...

```
\begin{algorithmic}[1]
\REQUIRE $n$ entier
\STATE $a$ prend pour valeur $n$
\FOR {$p$ prenant ...}
\STATE {afficher la ...}\label{ligne}
```

```
\ENDFOR
\ENSURE les $n+1$ premiers carrés
\end{algorithmic}

La ligne \ref{ligne} demande...
```

On peut changer la présentation de la numérotation à l'aide des paramètres `linenosize` et `linenodelimiter`.

Par exemple,

```
\algsetup{linenosize=\normalsize,%
linenodelimiter=$\diamondsuit$}
```

appliqué au code source précédent donne :

Entrée(s) n entier
1♢ a prend pour valeur n
2♢ **pour** p prenant les valeurs entières de 0 **à** n **faire**
3♢ afficher la valeur de p^2
4♢ **fin du pour**
Sortie(s) les $n+1$ premiers carrés

15.2.7 Commentaire

Il peut être utile d'afficher des commentaires... Il suffit d'écrire dans le préambule [3] :
`\renewcommand{\algorithmiccomment}{\STATE //}`

La saisie dans le source de l'algorithme de
`\COMMENT Texte de commentaire`
donnera :

//Texte de commentaire

15.2.8 Indentation

On peut choisir une indentation ; elle vaut par défaut 1 em. Il suffit d'écrire dans le préambule
`\algsetup{indent=`*`lenght`*`}`

Dans l'exemple suivant [4] , *`lenght`* vaut 2 em.

Entrée(s) les entiers a et b
  m **prend la valeur** 0
  tant que $b \neq 0$ **faire**
    si b est impair **alors**
      m **prend la valeur** $m + a$
    fin du si
    a **prend la valeur** $2 \times a$
    b **prend la valeur** $E(b/2)$
  fin du tant que
Sortie(s) m

(3). Par défaut, un commentaire est écrit dans le document compilé entre accolades.
(4). J'ai écrit « prend la valeur » en gras. Ce n'est pas une commande du package.

15.3 L'environnement `algorithm`

Le package `algorithm` affiche l'algorithme sous forme de flottant.

On mettra dans le préambule l'instruction

`\floatname{algorithm}{Algorithme}`

pour avoir le mot « Algorithme » dans l'étiquette.

Algorithme 1 MULTIPLICATION RUSSE

Entrée(s) les entiers a et b
  m **prend la valeur** 0
  tant que $b \neq 0$ **faire**
    si b est impair **alors**
      m **prend la valeur** $m + a$
    fin du si
    a **prend la valeur** $2 \times a$
    b **prend la valeur** $E(b/2)$
  fin du tant que
Sortie(s) m

```
\begin{algorithm}
\caption{\textsc{Multiplication russe}}
\label{alg1}
\begin{algorithmic}
\REQUIRE {les entiers $a$ et $b$}
...
\ENSURE $m$
\end{algorithmic}
\end{algorithm}
```

15.4 Avec Algobox

Je signale juste que le logiciel Algobox [5] permet d'exporter le code vers un document LaTeX.

Par exemple, il est aisé d'afficher l'algorithme de calcul de l'hypoténuse d'un triangle rectangle.

```
1   VARIABLES
2     x EST_DU_TYPE NOMBRE
3     y EST_DU_TYPE NOMBRE
4     h EST_DU_TYPE NOMBRE
5   DEBUT_ALGORITHME
6     LIRE x
7     LIRE y
8     h PREND_LA_VALEUR sqrt(x*x+y*y)
9     AFFICHER "h = "
10    AFFICHER h
11  FIN_ALGORITHME
```

De plus, [109] permet d'avoir des algorithmes « à la AlgoBox » avec des couleurs !

(5). Il y en a d'autres...

Commandes francisées

```
\renewcommand{\algorithmicrequire}{\textbf{Entrée(s)}}
\renewcommand{\algorithmicensure}{\textbf{Sortie(s)}}
\renewcommand{\algorithmicwhile}{\textbf{tant que}}
\renewcommand{\algorithmicdo}{\textbf{faire}}
\renewcommand{\algorithmicendwhile}{\textbf{fin du tant que}}
\renewcommand{\algorithmicend}{\textbf{fin}}
\renewcommand{\algorithmicif}{\textbf{si}}
\renewcommand{\algorithmicendif}{\textbf{fin du si}}
\renewcommand{\algorithmicelse}{\textbf{sinon}}
\renewcommand{\algorithmicelsif}{\textbf{fin du sinon}}
\renewcommand{\algorithmicthen}{\textbf{alors}}
\renewcommand{\algorithmicfor}{\textbf{pour}}
\renewcommand{\algorithmicforall}{\textbf{pour tout}}
\renewcommand{\algorithmicto}{\textbf{à}}
\renewcommand{\algorithmicendfor}{\textbf{fin du pour}}
\renewcommand{\algorithmicdo}{\textbf{faire}}
\renewcommand{\algorithmicloop}{\textbf{boucler}}
\renewcommand{\algorithmicendloop}{\textbf{fin de la boucle}}
\renewcommand{\algorithmicrepeat}{\textbf{répéter}}
\renewcommand{\algorithmicuntil}{\textbf{jusqu'à}}
\renewcommand{\algorithmicprint}{\textbf{afficher}}
```

Chapitre 16

Programmation structurée

16.1 \multido

16.1.1 La commande \multido

Elle permet d'effectuer des boucles itératives incrémentales. Cette commande est obtenue avec l'extension éponyme `multido`. Sa syntaxe est :

`\multido{var=init+step}{repet}{comm}`

répète `repet` fois les commandes `comm`. Au début de la boucle, la variable `var` est initialisée à la valeur `init` et à chaque tour, elle est incrémentée de la valeur `step`.

La première lettre de la commande servant de variable indique son type.

d ou D La valeur initiale et l'incrément sont des dimensions (longueurs).

i ou I La valeur initiale et l'incrément sont des nombres entiers.

n ou N La valeur initiale est un nombre dont l'écriture peut comporter une virgule et l'incrément devra obligatoirement avoir le même nombre de chiffres après la virgule.

r ou R La valeur initiale et l'incrément sont des nombres à virgule.

16.1.2 Exemples

16.1.2.1 Somme des dix premiers entiers

$0+1+2+3+4+5+6+7+8+9$

```
$0 \multido{\i=1+1}{9}{+ \i }$
```

16.1.2.2 Somme de termes alternée

$1-3+5-7+9-11$

```
\newcounter{cpt}
$1 \multido{\i=3+2}{5}{\stepcounter{cpt}%
\ifthenelse{\isodd{\arabic{cpt}}}{-}{+} \i}$
```

(La commande `\isodd{`*`val`*`}` indique si la valeur *val* est impaire.)

16.1.2.3 Factorielles

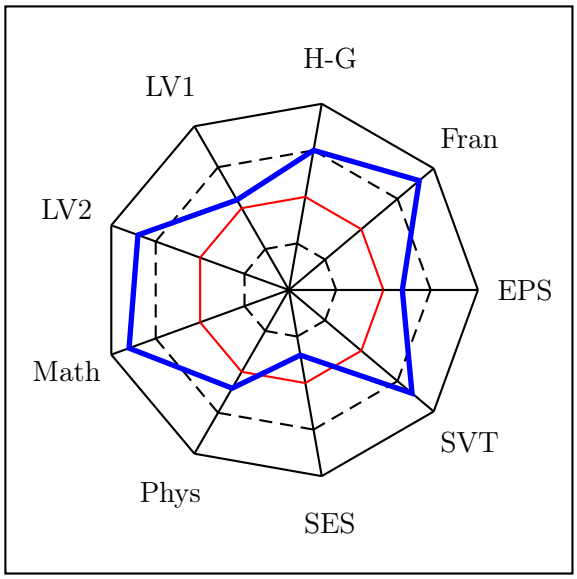
$6\,! = 1 \times 2 \times 3 \times 4 \times 5 \times 6$
$6\,! = 6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1$

```
$6~!=1\multido{\i=2+1}{5}{\times\i}$
$6~!=6\multido{\i=5+-1}{5}{\times\i}$
```

Remarquez qu'il faut écrire `5+-1` et non `5-1`.

16.1.2.4 Diagramme en toile d'araignée

Il n'y a plus guère de conseil de classe sans diagramme en toile d'araignée ! Voici un diagramme représentant les notes d'un élève dans neuf matières. (Chaque secteur angulaire mesure donc 40°.)




```
\psset{unit=0.125cm}
\begin{pspicture}(-30,-30)(30,30)
\psframe(-30,-30)(30,30)
\SpecialCoor
\multido{\n=0+40}{9}{\rput{\n}(0,0){%
\psline(0,0)(20;40)
\psline(20;0)(20;40)
\psline[linestyle=dashed](15;0)(15;40)
\psline[linecolor=red](10;0)(10;40)
\psline[linestyle=dashed](5;0)(5;40)
}}
\pspolygon[linewidth=2pt,linecolor=blue]%
(12;0)(18;40)(15;80)...
```

```
\rput{0}(25;0){EPS}
\rput{0}(25;40){Fran} ...
\end{pspicture}
```

16.1.2.5 Multiples de π

$2\,\pi \approx 6.28318530$
$3\,\pi \approx 9.42477795$
$4\,\pi \approx 12.56637060$
$5\,\pi \approx 15.70796325$

```
\multido{%
\i=2+1,\npi=6.28318530+3.14159265}{4}{%
$\i\pi\approx\npi$\\}
```

16.1.2.6 Méthode Coué

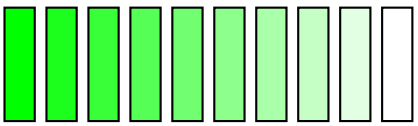
```
\newcommand\coue[2]{%
\multido{}{#1}{#2\endgraf}}
```

Je suis le meilleur !
Je suis le meilleur !
Je suis le meilleur !
Je suis le meilleur !
Je suis le meilleur !

```
\coue{5}{Je suis le meilleur !}
```

La commande `\endgraf` est un équivalent de la commande `\par` permise dans les arguments de commandes n'acceptant normalement pas plusieurs paragraphes.

16.1.2.7 Dégradés

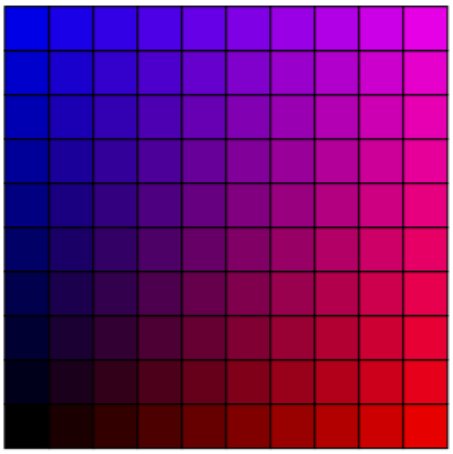


```
{\psset{xunit=5cm,yunit=15cm}
\begin{pspicture}(0,0)(1,0.1)
\multido{\r=0+.1111}{10}
{\newrgbcolor{Verts}{\r\space 1. \r}
\rput(\r,0){%
\psframe[fillstyle=solid,fillcolor=Verts]%
(0.08,0.1)}}
\end{pspicture}}
```

Note. La commande `\space` est obligatoire pour séparer les deux (des trois) valeurs définissant la couleur.

16.1.2.8 Palette de couleurs

Des commandes `\multido` peuvent s'emboîter.



```
{\psset{fillstyle=solid,unit=6cm}
\begin{pspicture}(1,1)
\multido{\nx=0.0+0.1}{10}{%
\multido{\ny=0.0+0.1}{10}{%
\newrgbcolor{c}{{\nx} {0} {\ny}}
\rput(\nx,\ny){%
\psframe[fillcolor=c](0,0)(0.1,0.1)
}}}
\end{pspicture}}
```

16.2 \ifthenelse

16.2.1 La commande \ifthenelse

Le package `ifthen` permet les actions conditionnelles grâce à la commande `\ifthenelse`.

La structure de celle-ci est

`\ifthenelse{`*condition*`}{`*vrai*`}{`*faux*`}`

Elle évalue *condition*. Si celle-ci est vraie, elle exécute l'instruction *vrai* ; sinon, elle exécute l'instruction *faux*.

Pour définir la *condition*, on peut utiliser $<$ et $>$ pour comparer des nombres et les opérateurs logiques `\AND`, `\OR` et `\NOT` (1) . La commande `\equal` testes si deux chaînes de caractères sont identiques. Pour comparer des longueurs, on ne peut pas utiliser $<$, $>$ ou $=$ mais utiliser la commande `\lentghtest`.

16.2.2 Exemples

16.2.2.1 Impair

2014 est-il impair ?
vrai

```
\ifthenelse{\isodd{2013}}{vrai}{faux}
```

(1). En majuscules, absolument.

16.2.2.2 Plus grand

vrai

```
\ifthenelse{3<5}{vrai}{faux}
```

Utilisons maintenant une macro.

```
\newcommand{\compare}[2]{#1 est
\ifthenelse{#1<#2}{petit}{grand} que #2.}
```

4 est petit que 6.
17 est grand que 12.

```
\compare{4}{6}\par
\compare{17}{12}
```

16.2.2.3 Matin ou après-midi ?

Dans l'exemple suivant, on utilise l'instruction `\the\time` qui donne le nombre de minutes écoulées depuis minuit ; midi correspond donc à la valeur 720.

Nous sommes (2) l'après-midi.

```
Nous sommes
\ifthenelse{\the\time<721}%
{le matin}{l'après-midi}.
```

S'il est vrai qu'à 2 h on dit « deux heures du matin », il est rare que l'on dise à 23 h que l'on est dans l'après-midi. Voici donc une amélioration qui permet de montrer un emboîtement d'`\ifthenelse`.

Nous sommes l'après-midi.

```
Nous sommes
\ifthenelse{\the\time<721}{%
le matin}{\ifthenelse%
{\the\time<1081}{%
l'après-midi}{le soir}}
```

16.2.2.4 Barème

Voici une commande permettant d'afficher le nombre de points d'un exercice ou d'un barème (avec, au passage, la distinction à l'affichage, entre « point » et « points »).

```
\newcommand{\points}[2]{%
\ifthenelse{#1=1}{%
\ifthenelse{\equal{#2}{B}}{%
Bonus: + }{}1 point)}{}%
\ifthenelse{#1>1}{%
\ifthenelse{\equal{#2}{B}}{%
Bonus: + }{}#1 points}{}%
}\par
```

(2). À la compilation de ce document !

Exercice : 1 point
Exercice Bonus : +1 point
Exercice : 2 points
Exercice Bonus : +2 points

```
Exercice \points{1}{}\par
Exercice \points{1}{B}\par
Exercice \points{2}{}\par
Exercice \points{2}{B}\par
```

16.3 \whiledo

16.3.1 La commande \whiledo

Le package `ifthen` permet les boucles de type `while` grâce à la commande `whiledo`.

La structure de celle-ci est

`\whiledo{`*condition*`}{`*instruction*`}`

L'*instruction* sera exécutée tant que la *condition* est vraie.

16.3.2 Exemples

16.3.2.1 Méthode Coué (bis)

```
\newcounter{repete}
\newcommand\couebis[2]{%
\setcounter{repete}{#1}%
\whiledo{\value{repete}>0}{%
#2\par\addtocounter{repete}{-1}}
}
```

Je suis le meilleur !
Je suis le meilleur !
Je suis le meilleur !

```
\couebis{3}{Je suis le meilleur !}
```

(`\value{`*compteur*`}` renvoie la valeur d'un compteur sous la forme d'un nombre exploitable dans les conditions booléennes .)

16.3.2.2 Calcul du PGCD

(Le package `calc` (3) est nécessaire.)

```
\newcounter{a}\newcounter{b}\newcounter{r}
\newcommand{\euclide}[2]{%
\ifthenelse{#2>#1}
{\setcounter{a}{#2}\setcounter{b}{#1}}
{\setcounter{a}{#1}\setcounter{b}{#2}}
\whiledo{\value{b}>0}{%
PGCD(\arabic{a},\arabic{b})=%
```

(3). Il permet d'effectuer des calculs arithmétiques sur les compteurs et les longueurs.

```
\setcounter{r}{%
\value{a}-\value{a}/\value{b}*\value{b}}%
\setcounter{a}{\value{b}}%
\setcounter{b}{\value{r}}%
}%
\arabic{a}%
}
```

PGCD(60,36)=PGCD(36,24)=PGCD(24,12)=12

```
\euclide{36}{60}
```

Une autre version de cet algorithme est donnée sur [41].

16.3.2.3 Suite de Syracuse

On appelle « suite de Syracuse » la suite d'entiers naturels définie de la manière suivante.
On choisit un nombre entier. S'il est pair, on le divise par 2 et on obtient le terme suivant de la suite. Si le nombre est impair, on le multiplie par 3, on ajoute 1 au résultat et on obtient le terme suivant de la suite. On recommence la procédure avec le nouveau nombre obtenu.
La « conjecture de Syracuse » est l'hypothèse selon laquelle, pour toute valeur initiale, on finit toujours par obtenir 1 dans la suite obtenue.

On va insérer une boucle `whiledo` qui sera utilisée tant que la valeur 1 n'aura pas été atteinte[(4)] (la valeur du terme courant `terme` est affichée et le terme suivant est calculé).

```
\newcounter{terme}

\newcommand\syracuse[1]{%
  \setcounter{terme}{#1}%
  \whiledo{\value{terme}>1}{%
   \theterm,%
    \ifthenelse{\isodd{\value{terme}}}
      {\setcounter{terme}{\value{terme}*3+1}}
      {\setcounter{terme}{\value{terme}/2}}
  }%
  1
}

\syracuse{17}
```

17, 52, 26, 13, 40, 20, 10, 5, 16, 8, 4, 2, 1

Remarque. La boucle `whiledo` a été utilisée sans savoir si la condition de sortie sera effectivement atteinte... On sait toutefois que la conjecture est vraie (janvier 2009, T. Oliveira e Silva) au moins jusqu'à $n = 5\,764\,607\,523\,034\,234\,880$!

(4). C'est pour cela que la valeur 1 est affichée dans la programme : la boucle se termine avant que ce terme 1 ne soit affiché.

Chapitre 17

Personnaliser son cours

Dans ces quelques pages, il est expliqué comment obtenir une présentation de cours personnelle.

17.1 Orientation « paysage »

Par défaut (c'est-à-dire sans mention explicite dans le préambule), le document final est présenté au format « portrait ». On peut choisir de passer en orientation « paysage ».

17.1.1 Document entier

On met l'option `landscape` dans la déclaration du document :

```
\documentclass[landscape]{article}
```

On peut aussi utiliser l'extension `geometry` (1) :

```
\usepackage[landscape]{geometry}
```

17.1.2 Une ou quelques pages seulement

On écrit `\usepackage{lscape}` dans le préambule. Ce package permet de passer localement de « portrait » à « paysage » et inversement. (2)

Par exemple, on pourra écrire :

```
Texte sur la page 1 au format portrait.
\begin{landscape}
Texte sur la page 2 au format paysage, après un changement de page.
\end{landscape}
Texte sur la page 3 au format portrait,
après un autre changement.
```

17.2 Page

17.2.1 Numéro de page

Par défaut, les pages d'un document sont numérotées. Si l'on veut supprimer la numérotation, on écrit dans le préambule :

```
\pagestyle{empty}
```

Si l'on ne veut pas afficher la numérotation sur une seule page, on écrit au début de celle-ci :

```
\thispagestyle{empty}
```

(Attention, cela ne change pas les numérotations des pages suivantes.)

17.2.2 Changement de page

`\newpage` impose un changement de page.

Pour forcer LaTeX à laisser une page blanche dans un document, il faut utiliser successivement les trois commandes (3) :

```
\newpage
$\ $   ou   \strut   ou   \mbox{}   ou   \null
\newpage
```

Par ailleurs, dans un document avec le style `twocolumn`, l'utilisation de `\newpage` permet un saut de colonne.

17.2.3 Marges

L'extension `geometry` permet de régler les marges du document.
Dans les documents américains, le texte comporte 66 caractères (en moyenne) par ligne mais, du coup, les marges sont très grandes (4) .

Une possibilité de réglage est donner les marges du haut (`top`), du bas (`bottom`), de gauche (`left`) et de droite (`right`) :

```
\usepackage[top=2cm,bottom=2cm,left=2cm,%
right=2cm]{geometry}
```

On peut aussi les définir « à la main ». Pour cette brochure, les longueurs sont les suivantes :

(1). Si l'extension `geometry` est encore utilisée avec une option pour fixer les marges de la page, il faut regrouper simplement toutes les options, en les séparant par des virgules : `\usepackage[...,landscape]{geometry}`

(2). Cette méthode s'applique évidemment à une page seule.

(3). Il reste toutefois le numéro de page sur la page blanche. On peut donc préférer :
`\clearpage{\pagestyle{empty}\cleardoublepage}`

(4). Comme certaines annales mises sur le site de l'APMEP.

```
\setlength{\paperwidth}{29.7cm}
\setlength{\paperheight}{21cm}
\setlength{\evensidemargin}{0cm}
\setlength{\oddsidemargin}{-0.5cm}
\setlength{\topmargin}{-2cm}
\setlength{\headsep}{0.15cm}
\setlength{\headheight}{0.7cm}
\setlength{\textheight}{25cm}
\setlength{\textwidth}{18cm}
```

17.2.4 Au début d'un chapitre

Dans la classe `book`, LaTeX commence automatiquement les chapitres sur une page impaire. Pour supprimer ce comportement, on utilise l'option de classe `openany`.

17.3 Page de garde

Ne nous gênons pas pour demander à LaTeX de créer une page de présentation !

On commence par lui renseigner les commandes suivantes dans le préambule :

`\title{`*titre du document*`}`

`\author{`*auteur(s) du document*`}`

`\date{`*date précisée du document*`}` (5)

`\thanks{`*note*`}` (6)

On place au début du corps du document la commande `\abstract{`*résumé du document*`}`.

Ensuite, nous écrivons (dans le corps du document, donc) la commande `\maketitle` qui va imprimer toutes les informations données.

Par ailleurs, le symbole © se code `\copyright{}`.

17.4 Changement de la numérotation des listes

Voici ce qu'il faut faire pour que *toutes* les listes dans un même document (un cours, par exemple) aient la même structure.

Il y a un compteur par niveau (le premier niveau correspond à « 1. », le deuxième à « (a) », le troisième à « i. », ...). Ces compteurs s'appellent respectivement `enumi`, `enumii`, `enumiii` et `enumiv`. On peut redéfinir ces niveaux.

Voilà comment modifier l'aspect du compteur du premier niveau (la structure proposée est la même pour les autres niveaux).

17.4.1 Le compteur lui-même

Même s'il y a plusieurs exemples ci-dessous, on ne choisira qu'une possibilité ! En effet, tous les compteurs seront affectés par cette commande...

17.4.1.1 Énumération du type A, B, C, ...

Il faut marquer dans le préambule
`\renewcommand{\theenumi}{\Alph{enumi}}`
pour avoir la liste A B C D, etc.

A. aaa
B. bbb

```
\begin{enumerate}
  \item a
  \item b
\end{enumerate}
```

17.4.1.2 Énumération du type I, II, III, ...

Il faut marquer dans le préambule
`\renewcommand{\theenumi}{\Roman{enumi}}`
pour avoir la liste I, II, III, IV, etc.

I. aaa
II. bbb

D'autres types d'aspect sont donnés en page 45.

17.4.2 L'étiquette : gras, couleur, encadré, ...

17.4.2.1 Énumération du type 1), 2), 3)

Il faut marquer dans le préambule
`\renewcommand{\labelenumi}{\theenumi)}`
pour avoir la liste 1), 2), 3), etc.

1) aaa
2) bbb

17.4.2.2 Énumération du type ■ A □, ...

Il faut marquer dans le préambule
```
\renewcommand{\labelenumi}{\%
$\blacksquare$ \theenumi$\ \square$}
```
pour avoir la liste ■ A □, ■ B □, ■ C □, etc.

Cette nouvelle présentation est alors alignée sur le fer à droite (et peut donc dépasser dans la marge de gauche).

(5). Par défaut, LaTeX affiche la date du jour, que l'on peut par ailleurs obtenir avec la commande `\today`. On peut aussi mettre la date à laquelle sera effectivement présenté le cours ! On peut supprimer la mention de la date avec `\date{}`.

(6). Éventuellement. Elle est placée à l'intérieur de l'argument de l'une des trois commandes précédentes et produisant une note de bas de page où peuvent être affichés des remerciements ou une adresse ou...

17.4.2.3 Énumération colorée

Il faut marquer dans le préambule

```
\renewcommand{\labelenumi}{%
\colorbox{cyan}{\textbf{\theenumi}}}
\renewcommand{\labelenumii}{%
\colorbox{green}{\textbf{\theenumii}}}
```

pour avoir une énumération colorée :

1. harmonica ;
2. accordéon
   a. diatonique ;
   b. chromatique.

```
\begin{enumerate}
\item harmonica ;
\item accordéon
   \begin{enumerate}
   \item diatonique ;
   \item chromatique.
   \end{enumerate}
\end{enumerate}
```

17.4.2.4 Énumération encadrée

Il faut marquer dans le préambule

```
\renewcommand{\labelenumi}{\fbox{\theenumi}}
```

pour avoir une énumération encadrée :

1. Guignol
2. Gnafron

17.4.3 Alignement vertical

Pour obtenir [7] la présentation suivante

1. blabla
2. (a) blabla
   (b) blabla
3. blabla

dans laquelle les quatre « blabla » sont alignés verticalement,

- on saisit dans le préambule
  `\newcommand{\itemb}{%`
  `\item\hspace*{\leftmarginii}}` ;
- on remplace les `\item` de premier niveau par `\itemb`.

(7). Merci François !

```
\begin{enumerate}
   \itemb blabla
   \item
     \begin{enumerate}
     \item blabla
     \item blabla
     \end{enumerate}
   \itemb blabla
\end{enumerate}
```

17.4.4 Comme aux examens

Les dernières annales indiquent que les chiffres et les lettres sont écrits en gras et suivis d'un point.

On obtient ceci en écrivant dans le préambule :

```
\renewcommand{\labelenumi}{%
\textbf{\theenumi.}}
\renewcommand{\labelenumii}{%
\textbf{\theenumii.}}
```

1. AAAA
2. a. BB
   b. CC

```
\begin{enumerate}
 \item AAAA
 \item
  \begin{enumerate}
 \item BB
 \item CC
  \end{enumerate}
 \end{enumerate}
```

17.5 Présentation des titres de section

LaTeX permet à l'utilisateur de tout programmer, en particulier la présentation des titres de section. Dans les lignes suivantes, nous allons nous intéresser à leur mise en page ; pour ce qui est de la modification de leur numérotation, je renvoie le lecteur à la page 159.

On insère `\usepackage{titlesec}` dans le préambule, extension dont on utilisera les deux commandes `\titleformat` et `\titleformat*`, à placer, elles aussi, dans le préambule.

Par ailleurs, le symbole usuel représentant un paragraphe, §, se code `\S{}`.

17.5.1 Police

On utilise la commande `\titleformat*` qui a deux arguments : le premier porte sur le niveau de section

à modifier (`chapter`, `section`, `subsection`, ...) et le second, sur le format de la police [8] . Cette commande porte aussi sur la numérotation des titres.

Si l'on veut que les titres des sections soient écrites en italique et en gras, on écrit :
`\titleformat*{\section}{\bfseries\itshape}`

17.5.2 Numérotation des titres

Les titres sont notés suivant leur ordre usuellement par 1 puis 1.1 puis 1.1.1 etc., comme c'est le cas ici.

La commande dans le préambule

```
\renewcommand{\thesection}{\Roman{section}}
```

donnera la numérotation I, II, III, etc. pour les sections.

De même, en remplaçant `thesection` par `thesubsection` (resp. `thesubsubsection`) et `section` par `subsection` (resp. `subsubsection`), on changera la numérotation des autres niveaux.

La manipulation précédente n'affiche plus que le niveau correspondant avec sa police. Elle donne par exemple `I` pour un niveau de section et `A` pour un niveau de sous-section. Si l'on veut avoir une sous-section affichée sous la forme complète `I A`, on écrit la commande [9] :

```
\renewcommand{\thesubsection}{%
\thesection~\Alph{subsection}}
```

17.5.3 Couleur

On peut choisir de mettre *dans tout le document* les titres de section, de sous-sections, ... en couleur.

Par exemple, on veut que les titres de section soient écrits en rouge et les titres de sous-section, en vert. On écrit dans le préambule :

```
\usepackage{sectsty} [10]

\sectionfont{\color{red}{}}
\subsectionfont{\color{green}{}}
```

On peut choisir d'autres couleurs (voir page 31) :

```
\definecolor{SubsSecCol}{cmyk}{0.2,0.6,1,0.2}
\subsectionfont{\color{SubsSecCol}{}}
```

(8). Voir l'ensemble des possibilités page 29.
(9). La commande pour afficher le niveau de section en romain majuscule est supposée appelée.
(10). C'est ce package qui permet cette réalisation.

17.5.4 Présentation

On utilise la commande `\titleformat` qui a les principales caractéristiques
`\titleformat{`*sect*`}[`*pres*`]{`*format*`}{`*presnum*`}{`*esp*`}{`*av*`}{`*apr*`}`

sect est le niveau de section : `\subsection`, ...

pres est la présentation : `display` (paragraphe séparé), `frame` (encadré), `hang` (par défaut), ...

format est le formatage de tout le titre (numéro inclus), qui peut être précédé de commandes à placer *avant* le titre.

presnum est la présentation du numéro du niveau : `\thesection`, `\thesubsection`, ...

esp est l'espace (longueur) entre le numéro du niveau et le titre.

av est une commande à exécuter avant le titre de la section (numéro inclus).

apr est une commande à exécuter avant le titre de la section (souvent aucune).

Par exemple, pour cette brochure, j'ai déclaré :

```
\titleformat{\section}[frame]%
{\titleline[r]{}\normalfont}%
{\filright%
\texttt{~Chapitre \thesection~}}%
{5pt}{\Large\bfseries\filcenter}{}
```

Quelques explications :

- `section` indique que la présentation porte sur le niveau de hiérarchie `section`.
- `frame` indique que la présentation est en encadré.
- `\filright` indique que le texte `Chapitre 1` est écrit à gauche.
  Si j'avais voulu qu'il soit centré ou justifié à droite, j'aurais remplacé `filright` respectivement par `filcenter` ou `filleft`.
- `\texttt{~Chapitre \thesection~}` indique que le titre de toutes les sections dans le fichier source sera remplacé par le numéro de ce niveau, précédé de « Chapitre », le tout écrit en télétype.
  L'espace insécable `~` (modifiable) permet de ne pas coller le texte au trait.
- `5pt` indique que l'espace entre le titre de la section et le texte `Chapitre ...` vaut 5 pt .
- `\Large\bfseries\filcenter` indique que le titre de la section sera écrit en taille « Large », en gras et au centre de l'encadré.

Par ailleurs, je signale l'existence du package `fncychap` qui offre des possibilités de personnalisation des titres des chapitres.

17.5.5 Numérotation dans la marge

Voici les instructions à saisir dans le préambule afin d'avoir les numérotations des subdivisions produites dans la marge et les titres des en-têtes alignés alignés sur la marge de gauche [11] .

```
\makeatletter
\renewcommand{\@hangfrom}[1]{%
\setbox\@tempboxa\hbox{{#1}}%
\hangindent\wd\@tempboxa\noindent\llap{{#1}}}
\makeatother
```

17.5.6 Centrage des titres de section

Voici les instructions à saisir dans le préambule afin d'avoir [12] les titres des sections centrées. [13]

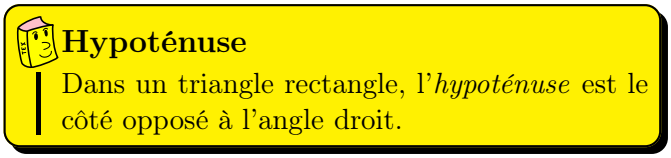
```
\makeatletter
\renewcommand\section{\@startsection%
{section}{1}{\z@}%
{-3.5ex \@plus -1ex \@minus -.2ex}%
{2.3ex \@plus.2ex}%
{\centering\normalfont\Large\bfseries}}
\makeatother
```

17.6 Encadrés : définitions, résultats, textes, ...

17.6.1 Le package `bclogo`

Il existe le package `bclogo` qui permet la création de boîtes colorées avec un logo, un titre et une couleur de fond, ...

Il est aisé d'obtenir



Je renvoie le lecteur intéressé à [47].

17.6.2 Le package `framed`

Le package `framed` permet d'avoir des encadrés plus classiques mais tout aussi efficaces [14] .

Théorème :
Texte du théorème

```
\begin{framed}Théorème :

Texte du théorème\end{framed}
```

Théorème :
Texte du théorème

```
\begin{leftbar}Théorème :

Texte du théorème\end{leftbar}
```

Théorème :
Texte du théorème

```
\definecolor{shadecolor}{gray}{0.9}
\begin{shaded}Théorème :

Texte du théorème\end{shaded}
```

17.6.3 Et une macro !

On va définir une macro `Cadre` [15] ; la commande `\boxput` provient du package `fancybox`.

```
\newcommand{\Cadre}[3]{\begin{center}
\boxput*(0,1){\colorbox{green}{#1}}
{\setlength{\fboxsep}{8pt}
\fcolorbox{red}{yellow}{\begin{Bflushleft}
\begin{minipage}{#2}
\vspace{2mm}\par#3
\end{minipage}
\end{Bflushleft}}}
\end{center}
}
```

L'encadrement de

Définition

Développer un produit signifie...

est obtenu avec

```
\Cadre{\emph{Définition}}{0.8\linewidth}{%
\textbf{Développer} un ...}
```

La position du cadre supérieur est donnée par `\boxput*(0,1)` et peut donc être changée facilement [16] . Le `\vspace{2mm}\par` permet de décaler le texte pour ne pas qu'il soit en collision avec le cadre supérieur. La minipage est nécessaire lorsque la longueur du texte dépasse une ligne.

Si l'encadré est voué à avoir toujours la même largeur (par exemple, `0.8\linewidth`) une variable peut être supprimée dans la macro :

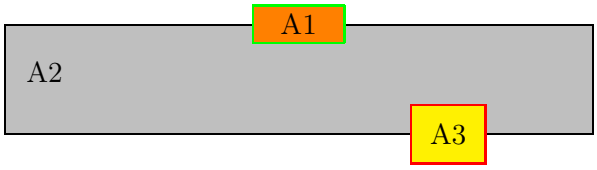
(11). Par défaut, c'est la numérotation et non pas le titre qui est alignée sur la marge.
(12). D'autres exemples de présentation sont sur [15] et [112].
(13). Pour que ceux-ci soient alignés sur la marge de droite, on remplace `\centering` par `\raggedleft`.
(14). Le package `xcolor` doit être appelé pour le dernier exemple.
(15). Les couleurs proposées sont là uniquement pour faciliter la lecture du source...
(16). Le coin « en haut à gauche » est donnée par la position $(-1, 1)$, celle « en bas à droite », par la position $(1, -1)$, etc.

```
\newcommand{\Cadre}[2]{\begin{center}
\boxput*(0,1){\colorbox{green}{#1}}
{\setlength{\fboxsep}{8pt}
\fcolorbox{red}{yellow}{\begin{Bflushleft}
\begin{minipage}{0.8\linewidth}}
\vspace{2mm}\par#2
\end{minipage}
\end{Bflushleft}}}
\end{center}
}
```

Et le cadre obtenu le sera avec

```
\Cadre{\emph{Définition}}{%
\textbf{Développer} un produit signifie...
}
```

La commande `\boxput*` encapsule le cadre et ne peut donc être utilisée qu'une fois avec un cadre donné. Voici un source (modifiable à volonté [17]) et la réalisation correspondante avec deux cadres de bordure.




```
\boxput*(0,1){\setlength{\fboxsep}{3pt}
\fcolorbox{green}{orange}{~~A1~~}} {%
\boxput*(0.5,-1){\setlength{\fboxsep}{7pt}
\fcolorbox{red}{yellow}{A3}}
{\setlength{\fboxsep}{8pt}
\fcolorbox{black}{lightgray}{%
\begin{minipage}{.4\textwidth}
\vspace{2mm}\par A2\vspace{4mm}
\end{minipage}}}}
```

17.7 Présentation du théorème

17.7.1 Numérotation d'une proposition

17.7.1.1 La commande \newtheorem

La commande `\newtheorem` permet de créer des styles de théorème ou d'énoncés similaires.
Créons, par exemple, un environnement `{Prop}` pour les propositions et un environnement `{Dem}` pour les démonstrations en plaçant dans le préambule :

```
\newtheorem{Prop}{Proposition}
\newtheorem*{Dem}{Démontration}
```

En compilant

```
\begin{Prop}
Le nombre $\sqrt{2}$ est irrationnel.
\end{Prop}

\begin{Dem}
Raisonnons par l'absurde...
\end{Dem}
```

on obtient :

Proposition 1 *Le réel $\sqrt{2}$ est irrationnel.*

Démonstration *Raisonnons par l'absurde...*

On peut créer de même un corollaire, une définition, une notation, etc.

Le contenu de la proposition et de la démonstration est écrit en italique. La proposition est numérotée dans leur ordre d'appel de la commande (1, 2, 3, etc.), contrairement à la preuve, comme le demande la version étoilée.
Voilà pour la présentation par défaut.

Pour la preuve, on dispose aussi de l'environnement `proof`, qui contient la démonstration du théorème entre `\begin{proof}` et `\end{proof}`.

Le petit carré blanc indique la fin de la démonstration. S'il était mal placé, on le mettrait au bon endroit avec `\qedhere` [18] . On peut aussi changer ce symbole avec
`\renewcommand{\qedsymbol}{CQFD}`

17.7.1.2 Le nom en option

On peut mettre le nom d'un théorème en option en l'écrivant entre crochets [19] :

Proposition 2 (Murphy) *Tout ce qui peut tourner mal ira mal.*

```
\begin{Prop}[Murphy]
Tout ce qui peut tourner mal ira mal.
\end{Prop}
```

17.7.1.3 La numérotation du théorème

Enfin, on peut ajouter, en argument optionnel de `\newtheorem` un *compteur de référence*. Par exemple, si l'on veut que *toutes* les propositions soient numérotées au sein d'une sous-section, on écrit dans le préambule

```
\newtheorem{Prop}{Proposition}[section]
```

(17). Les couleurs proposées etc.

(18). Quod erat demonstrandum

(19). L'option sera écrite entre parenthèses dans le document à imprimer.

La proposition de Murphy est la seconde de la section 11.3 (numérotation standard [20]). Elle sera alors numérotée 11.3.2.

De même, si l'on remplace `section` par `subsection`, elle sera numérotée 11.3.1.2 [21] ; si l'on remplace `subsection` par `chapter`, elle sera numérotée 11.3.

Cette numérotation indique bien l'endroit où le « théorème » se situe ; cela évite en particulier de lire, par exemple, une proposition 5 (ou un exercice 5) pour débuter une section !

17.7.2 Personnalisation de la présentation

Pour modifier la présentation du théorème, on insère dans le préambule

```
\usepackage[thmmarks,amsmath]{ntheorem}
```

On dispose maintenant des commandes suivantes, qui doivent être écrites avant le `\ntheorem` correspondant.

`\theoremstyle{`*`style`*`}` définit le style du théorème (*plain* correspond aux valeurs par défaut et *break* permet d'avoir un retour à la ligne, *margin* et *marginbreak* sont similaires avec la différence de placer le numéro dans la marge) ;

`\theoremheaderfont{`*`police`*`}` : elle définit la fonte du titre de *tous* les « théorèmes » liés à l'environnement ;

`\theorembodyfont{`*`police`*`}` : elle définit la fontee du texte ;

`\theoremnumbering{`*`style`*`}` : elle définit le style du numéro ;

`\theoremprework{`*`avant`*`}` : elle définit l'élément devant tout théorème ;

`\theorempostwork{`*`après`*`}` : elle définit l'élément venant après tout théorème ;

`\theoremsymbol{`*`objet`*`}` : elle définit l'objet à la fin de chaque environnement théorème [22] ;

`\theoremseparator{`*`séparateur`*`}` : elle définit l'élément situé entre le numéro et le texte du théorème.

(20). Si l'on change de style de numérotation pour les niveaux de section, celle de la proposition va évidemment s'adapter au nouveau style !

(21). Cela faire rire surtout l'enseignant ! Dans un document donné aux élèves où il utilise la numérotation des théorèmes, définitions, ..., il peut se limiter à `chapter` !

(22). Cette possibilité nécessite l'option `thmmarks` à l'appel de l'extension `ntheorem`.

17.7.3 Un exemple détaillé

Supposons que nous voulions arriver à la présentation [23] suivante :

Définition 1 $\bar{z}$ est appelé **conjugué de z**.

PROPOSITION 2.3.4 — Pour tout z dans $\mathbb{C}$, on a : $z\bar{z} = \|z\|^2$

Démonstration On utilise la notation $z = x + y\mathrm{i}$:
$z\bar{z} = (x + y\mathrm{i})(x - y\mathrm{i}) = x^2 - (y\mathrm{i})^2 = \ldots$ □

Remarque IV Cela implique : $z\bar{z} \geqslant 0$

On va donc personnaliser la présentation des définitions, propositions, démonstrations et remarques [24].

C'est-à-dire que, dans *tous* les cours que j'imprime, je veux retrouver les conditions de présentation suivantes, qui sont traduites [25] ici aussitôt [26] :

- ***Pour les propositions :***

⋆ le texte « Proposition » est écrit en rouge et en petites majuscules [27] ;

```
...\textcolor{red}{Proposition}}
theoremheaderfont{\scshape}
```

⋆ la proposition est numérotée selon son apparition dans la section ;

```
...[section]
```

⋆ il y a le séparateur — ;

```
\theoremseparator{ ---}
theoremheaderfont{\scshape}
```

⋆ il y a un retour à la ligne avant le début du texte de la proposition ;

```
\theoremstyle{break}
```

⋆ avant le théorème, il y a un trait horizontal de longueur 60 % de celle de la ligne en cours et d'épaisseur 0,5 pt ;

(23). Cette présentation a pour seul but de montrer comment se servir des possibilités présentées.

(24). Auxquelles on peut rajouter corollaires, méthodes, exemples, ...

(25). Le texte de saisie de la solution peut être tapé sur une seule ligne (après avoir ôté les $).

(26). Comme je l'ai suggéré page 21, il peut être pertinent de tout mettre dans un fichier `preambule.tex`. Cela vous permettra évidemment d'avoir dans tous vos documents la même présentation mais (surtout) d'avoir à changer une seule ligne dans ce fichier de préambule qui est inclus dans tous les `.tex` plutôt que de faire la modification dans chacun de vos fichiers !

(27). Pour les différentes possibilités pour les polices, voir page 29 et suivantes.

```
\theoremprework{%
\rule{0.6\linewidth}{0.5pt}}
```

⋆ après le théorème, il y a le même trait horizontal mais aligné à droite [28] .

```
\theorempostwork{\hfill%
\rule{0.6\linewidth}{0.5pt}}
```

Pour que ces commandes ne portent que sur les propositions (et non pas sur les preuves, ...), on écrit tout ce bloc entre accolades.

Au final, cela donne :

```
{%
\theoremstyle{break}
\theoremprework{%
\rule{0.6\linewidth}{0.5pt}}
\theorempostwork{\hfill%
\rule{0.6\linewidth}{0.5pt}}
\theoremheaderfont{\scshape}
\theoremseparator{ ---}
\newtheorem{Prop}{%
\textcolor{red}{Proposition}}[section]
}
```

• ***Pour les démonstrations :***

⋆ la démonstration n'est pas numérotée ;

⋆ le mot « Démonstration » et le texte de la démonstration sont écrits en taille `small` [29] ;

```
\theorembodyfont{\small}
```

⋆ à la fin du texte, il y a le symbole □.

```
\theoremsymbol{$\square$}
```

Au final, cela donne :

```
{%
\theorembodyfont{\small}
\theoremsymbol{$\square$}
\newtheorem*{Dem}{Démonstration}
}
```

• ***Pour les définitions :***

⋆ la définition est numérotée de façon basique, dans l'ordre d'apparition ;

```
\newtheorem{Def}{Définition}}
```

⋆ le mot « Définition » est écrit en sans-serif et en gras et le texte de la définition [30] , en sans-serif ;

```
\theoremheaderfont{\sffamily\bfseries}
\theorembodyfont{\sffamily}
```

Au final, cela donne :

```
{%
\theoremheaderfont{\sffamily\bfseries}
\theorembodyfont{\sffamily}
\newtheorem{Def}{Définition}
}
```

• ***Pour les remarques :***

⋆ la remarque est numérotée en Roman ;

```
\theoremnumbering{Roman}
```

⋆ le mot « Remarque » et le texte de la définition sont écrits en romain, police courante.

```
\theorembodyfont{\normalfont}
```

Au final, cela donne :

```
{%
\theoremnumbering{Roman}
\theorembodyfont{\normalfont}
\newtheorem{Rem}{Remarque}
}
```

17.7.4 Encadrement automatique

On peut vouloir encadrer un théorème, une définition, etc. et désirer que cet encadrement [31] occupe 75 % de la largeur du texte.

On crée alors une macro `\encad` définie par :

```
\newcommand{\encad}[1]{%
\fbox{\begin{minipage}[t]{0.75\linewidth}%
#1\end{minipage}}}
```

Dans le code source du cours, on saisit alors :

```
\encad{\begin{Prop} prop \end{Prop}}
```

En gardant la même présentation des propositions donnée plus haut [32] et avec le code

```
\encad{\begin{Prop}%
Pour tout $z$ dans $\mathbb{C}$, on a :
$z \bar{z} \in \mathbb{R}^{+}$ \end{Prop}}
```

on aura l'affichage suivant :

Proposition 2.3.5 — Pour tout z dans $\mathbb{C}$, on a : $z\bar{z} \in \mathbb{R}^+$

(28). Si on veut le centrer, il faut rajouter `\hfill\null` après `{0.5pt}`.
(29). Le fait de changer de taille va amener les deux textes à être écrits, par défaut, en romain.
(30). Pour le surlignage, voir page 101.
(31). Pour ce qui est de la couleur du bord et du fond de l'encadré, je renvoie le lecteur à la page 41.
(32). Bien évidemment, le lecteur peut changer cette présentation pour ne garder plus que l'encadrement !

17.8 Hauts et bas de pages

17.8.1 L'extension `fancyhdr`

La modification des hauts et des bas de page se fait très facilement avec l'extension `fancyhdr`.

Celle-ci divise l'en-tête et le pied de page en trois parties, la gauche, le centre et la droite.

haut gauche	*haut centre*	*haut droite*
Corps du texte		
bas gauche	*bas centre*	*bas droite*

On écrit dans le préambule :

```
\usepakage{fancyhdr}
\pagestyle{fancy}
```

Rappelons-nous qu'un document peut être imprimé en recto seulement ou en recto-verso [33] . On va donc s'intéresser à ces deux possibilités.

17.8.2 Cas d'un document `oneside`

Puis on insère les lignes suivantes [34] :

```
\lhead{haut de page à gauche}
\chead{haut de page au centre}
\rhead{haut de page à droite}
\lfoot{pied de page à gauche}
\cfoot{pied de page au centre}
\rfoot{pied de page à droite}
```

haut de page gauche désigne le texte écrit dans l'en-tête en haut à gauche.

Si l'on ne veut rien y écrire, soit on met la commande en commentaire (pour éviter de la supprimer) soit on écrit `\lhead{}`.

17.8.3 Cas d'un document `twoside`

On utilise les macros [35] suivantes :

```
\fancyhead[emplacement]{texte}
\fancyfoot[emplacement]{texte}
```

L'*emplacement* est un couple de lettres désignant l'endroit où se situe le *texte* qui peut être

`[LO]` `[CO]` `[RO]` `[LE]` `[CE]` `[RE]`

avec les significations suivantes :

- `L` gauche (*left*)
- `C` centre (*center*)
- `R` droite (*right*)
- `O` page de droite (impaire, *odd*)
- `E` page de gauche (paire, *even*)

Si l'on ne précise pas la lettre `E` ou `O` alors les deux pages sont concernées. De plus, on peut insérer plusieurs emplacements dans une même commande.

Si, de plus, on veut placer le nom du chapitre courant (resp. le nom de la section courante) en haut ou en bas de page, il faut placer à l'emplacement voulu la commande `\leftmark` (resp. `\rightmark`).

Par exemple, pour cette brochure :

```
\pagestyle{fancy}
\fancyhf{}
\fancyhead[CE]{}
\fancyhead[CO]{\leftmark}
\fancyfoot[CE,CO]{\pscirclebox{\thepage}}
\fancyfoot[RE]{IREM de Lyon}
\fancyfoot[LO]{\LaTeX{}\ldots{}%
pour le prof de maths !}
```

17.8.4 Nom, prénom

Pour gagner de la place sur un énoncé de devoir, on peut demander les nom et prénom dans l'en-tête :

```
\chead{%
\makebox[0.45\textwidth]{Nom :\dotfill}\hfill
\makebox[0.45\textwidth]{Prénom :\dotfill}}
```

17.8.5 Trait horizontal

On peut tracer un trait de séparation de largeur 1 pt en haut de la feuille. [36] On ajoute à cet effet :

```
\renewcommand{\headrulewidth}{0.4pt}
```

Si l'on veut supprimer le trait, soit on supprime l'instruction (ou la mettre en commentaire), soit on écrit 0 pt.

De même avec, pour le bas de feuille,

```
\renewcommand{\footrulewidth}{0.4pt}
```

17.9 Autour des numéros de page

17.9.1 Nouveau numéro initial de page

Un enseignant peut avoir à commencer la numérotation de son cours à partir de la page 7 (et non plus

(33). Voir la page 19.
(34). On retrouve `l` pour *left* (gauche), `c` pour *center* (centre), `r` pour *right* (droit) ; `head` est la tête et `foot`, le pied.
(35). On retrouve `head` (*tête*) pour le haut de page et `foot` (*pied*), pour le bas.
(36). Ce trait mesure 0,4 pt par défaut.

1), par exemple [37].

Le nouveau numéro initial étant n, il lui suffit d'écrire au début de la page qui prend un nouveau numéro initial la commande

```
\setcounter{page}{n}
```

17.9.2 « Page 1 sur 20 »

Pour faire référence au nombre total de pages du document et obtenir un compteur de pages du type Page 1 sur 4, Page 2 sur 4, ... , Page 20 sur 20, on écrit dans le préambule :

```
\usepackage{lastpage}
```

puis, dans l'un des champs de l'en-tête, on insère la commande :

```
Page \thepage sur \pageref{LastPage}
```

Bien évidemment, si le nombre de pages vient à changer, la numérotation s'adaptera. À noter que le numéro de la dernière page devient un lien actif.

17.9.3 Tournez, SVP !

Au lieu de numéroter chaque page d'un devoir, l'enseignant veut d'inscrire « en bas de page à droite » le message « Tournez, SVP ! » tant que la page en cours n'est pas la dernière et « Fin » sur la dernière page.

Voici une procédure à insérer dans le préambule, donnant la solution. Elle utilise, au passage les packages `lastpage` (comme précédemment) et `ifthen` [38] .

```
\rfoot{\ifthenelse{\equal{\thepage}{%
\pageref{LastPage}}}{Fin}{Tournez, SVP !}}
```

17.9.4 Dans la classe `book`

Dans cette classe, il y quatre commandes dont le rôle est de changer la manière dont sont numérotées les pages.

`\frontmatter` doit être la première commande après le `\begin{document}`. Les numéros de pages sont alors en romain (i, ii, iii, etc.). En général, on ne numérote pas les parties d'un préambule, ceci se fait en utilisant les variantes étoilées des commandes de sectionnement.

`\mainmatter` se place juste avant le début du premier (vrai) chapitre du livre, la numérotation des pages se fait alors en chiffres arabes et le compteur de pages est remis à 1.

`\appendix` et `\backmatter` se placent juste avant les annexes. Ils indiquent le début des annexes ; avec `\appendix` les numéros des chapitres sont alors remplacés par des lettres majuscules (A, B, etc.) et avec `\backmatter` il n'y a pas de numérotation des annexes.

`\backmatter` se place juste avant les annexes.

17.10 Table des matières et listes de figures et tables

17.10.1 Table des matières

LaTeX s'occupe de tout ! Il suffit de placer à l'endroit où l'on veut la voir [39] la commande

```
\tableofcontents
```

Pour avoir un titre français comme « Sommaire », il faut écrire *après* [40] le `\begin{document}`

```
\renewcommand{\contentsname}{Sommaire}
```

Il faut veiller à compiler le document *deux fois* pour que la table soit correctement mise à jour.

On peut spécifier son niveau, c'est-à-dire jusqu'à quel type de sous-entrée il faut descendre. Ce niveau est réglé par le compteur `tocdepth`. Ainsi, pour lister les sections, il faut écrire avant `\tableofcontents` :

```
\setcounter{tocdepth}{2}
```
[41]

17.10.2 Liste des figures et tables

On insère ces listes (indépendamment) respectivement avec `\listoffigures` et `\listoftables` où l'on veut les voir affichées.

17.10.3 Mini-table des matières

Le package `minitoc` [57] permet de construire une mini-table des matières (autrement dit, une table des matières locale) *au début* de chaque chapitre (où cela est spécifié) sous les classes `book` et `report`.

Pour l'utiliser, il faut appeler les commandes `\dominitoc` avant la commande `\tableofcontents` habituelle.

`minitoc` sait faire les tables des matières (liste des figures ou des tables) par partie, par chapitre (classes `book` et `report`) et par section (classe `article`).

(37). C'est le cas lorsqu'un cours d'une année entière est déposé par chapitres sur un réseau.
(38). Ainsi que l'extension `fancyhdr` et `\pagestyle{fancy}`.
(39). Encore que... En début d'ouvrage, il s'agit d'un sommaire et, en fin, d'une table des matières.
(40). À cause de l'option `francais` du package `babel`.
(41). 1 pour les chapitres, 3 pour les sous-sections, ...

Par contre, `minitoc` ne fait pas les tables des matières par section (et en dessous) pour les classes `book` et `report`, ni les tables des matières par sous-section (et en-dessous) pour la classe `article`.

On peut de même avec la liste [42] des figures ou des tables (et en pouvant choisir pour chaque chapitre). Voici un exemple complet [43] :

```
\documentclass[...]{book}
\input{../../Preambule}
\usepackage{minitoc} ...
\setcounter{minitocdepth}{2}

\begin{document}

\dominitoc \dominilof \dominilot
\tableofcontents
\listoffigures \listoftables

\chapter{Chapitre 1}
\minitoc \minilof \minilot
\section{Section 1}
Texte
\subsection{Sous-section 1}
...
\chapter{...} \minitoc

\end{document}
```

La commande `\faketableofcontents` permet de ne garder que les tables des matières locales et remplace alors la commande `\tableofcontents`.

Le compteur `minitocdepth` permet de fixer la profondeur des tables des matières désirées.

Pour avoir les numérotations correctes, il peut être demandé jusqu'à trois compilations enchaînées.

17.11 Résumé – `abstract`

En début de chapitre, on peut en écrire un résumé à l'aide de l'environnement `abstract`. Il est généralement composé différemment du reste du texte, centré par défaut, et écrit avec une police légèrement plus petite.

```
\begin{abstract}
résumé
\end{abstract}
```

Pour écrire un résumé sur une colonne dans un document « twocolumn », on saisit :

```
\twocolumn[\begin{@twocolumnfalse}
\begin{abstract}
résumé
\end{abstract}
\end{@twocolumnfalse}]
```

17.12 Apprendice

La commande `\appendix` permet de commencer un appendice.

Ensuite,

```
\section{Annexe A}
\section{Annexe B}
```

donnera :

A Annexe A

B Annexe B

17.13 Index

17.13.1 Principe

Pour écrire un index, on utilise l'extension `makeidx`.

Dans le préambule, on écrit la commande `\makeindex` et on écrit la commande `\printindex` à l'endroit où l'on veut avoir l'index.

On compile avec LaTeX *puis* avec `makeindex` *puis* (une fois encore) avec `makeindex`.

L'index contient le nom de l'*entrée* suivi du ou des numéros des pages concernées.

La structure est *entrée*`\index{`*entrée*`}`.

On aura par exemple :

```
le module\index{module} de $z$ est...
```

On peut placer plusieurs indexations

```
le module\index{module}\index{complexe} ...
```

17.13.2 Sous-entrée

On peut donner plusieurs niveaux à son entrée d'index. On sépare les niveaux d'entrée par le symbole `!`.

`\index{fonction!logarithme}` donne :

fonction
  logarithme, 12

(42). Les `toc`, `lot` et `lof` dans les `minitoc` et équivalents signifient « Table of contents », « List of tables » et « List of figures ».

(43). Un fichier `tex` appelé `Preambule`, situé dans un autre dossier de l'arborescence, contient... tout le préambule (les packages nécessaires, les macros etc.).

17.13.3 Références croisées

On peut obtenir des références croisées, qui renvoient non pas à une page mais à une autre entrée. Ainsi si l'on veut que le lecteur qui cherche une entrée à `module` soit renvoyé à `complexes`, on saisira :

```
\index{module|see{complexes}}
```

17.13.4 Lettres accentuées

On utilise une arobase (`@`) pour insérer une entrée avec accent (pour classer un « é » comme un « e »).

On écrira donc

```
\index{equation@équation}
```

En effet, `\index{équation}` et `\index{Équation}` donnent deux entrées dans l'index !

17.13.5 Style de page

On peut mettre en valeur la pagination de l'entrée en utilisant la barre `|` et la commande à argument correspondante (sans la contre-oblique).

17.13.6 Exemples

Exemple	Résultat
`\index{hello}`	hello, 1
`\index{hello!coucou}`	coucou, 4
`\index{Joe@\emph{Joe}}`	*Joe*, 1
`\index{Joe|textbf}`	Joe, **1**
`\index{Noel@No\"el}`	Noël, 12

```
\index{fonction!logarithme!neperien@népérien}
```

fonction
  logarithme, 6
    népérien, 7

17.14 Changer les noms prédéfinis

17.14.1 Noms prédéfinis

Certaines commandes amènent un texte prédéfini, affiché automatiquement, dépendant de la langue choisie en option dans `babel` (dans le préambule). Par exemple, `\chapter` (associé à la commande `\chaptername`) se traduira automatiquement en français par `Chapitre`.

Les commandes et leurs textes associés sont donnés dans le tableau suivant :

`\abstractname`	Résumé
`\alsoname`	*voir aussi*
`\appendixname`	Annexe
`\bibname`	Bibliographie
`\ccname`	Copie à
`\chaptername`	Chapitre
`\contentsname`	Table des matières
`\enclname`	P.J.
`\figurename`	FIGURE
`\glossaryname`	Glossaire
`\indexname`	Index
`\listfigurename`	Table des figures
`\listtablename`	Liste des tableaux
`\pagename`	page
`\partname`	partie
`\prefacename`	Préface
`\proofname`	Démonstration
`\refname`	Références
`\seename`	*voir*
`\tablename`	TABLE

17.14.2 Changement des noms

Pour remplacer « Bibliographie » par « Bibliographie et sitographie », il suffit de renommer `\bibname` de l'une des deux façons suivantes :

• après `\begin{document}`

```
\renewcommand{\bibname}{%
Bibliographie et sitographie}
```

• avant `\begin{document}` *(de préférence)*

```
\renewcommand{\bibname}{%
Bibliographie et sitographie}
\addto\captionsfrench{%
\renewcommand{\bibname}{%
Bibliographie et sitographie}}
```

Et ainsi de suite pour les autres changements.

Chapitre 18

Des feuilles d'exercices corrigés, avec barème !

Et, pour finir en beauté, voici la structure que j'utilise pour gérer des feuilles d'exercices corrigés (en cours, en devoir, ...).

Bien sûr, et c'est la moindre des choses que l'on puisse demander à LaTeX[1]*, la numérotation des exercices et des corrigés se fait automatiquement.*

Avec la présentation de DS proposée à la page 102 en plus, je ne doute pas que vous réalisiez de très jolis sujets de DS !

Le source écrit au premier paragraphe est disponible sur [127].

18.1 Corrigés à la fin

Le package **answers** *est indispensable pour faire tourner la structure.*

Le gros *point, c'est que cette structure permet d'insérer à la saisie le corrigé des exercices directement dans le squelette de l'exercice et que sur le document .pdf final, les premières feuilles porteront les énoncés et les dernières, les corrigés.*

Il faut toutefois que tout exercice soit tapé sous la structure suivante (et sous celle-ci seulement) :

```
\exo{}
  Énoncé de l'exercice
  \begin{correction}
    Corrigé de l'exercice
  \end{correction}
\finexo
```

S'il n'y a pas de corrigé pour cet exercice, on peut supprimer (ou mettre en commentaire) la partie structurelle du corrigé.

(1). Un exemple basique se trouve au chapitre 7.8.3, page 71. Mais la gestion des corrigés est alors très peu évidente. Sans parler des oublis de quelques corrigés dans des malheureux « copier-coller » ...

Les lignes suivantes [2] sont à placer dans le préambule :

```
\newtheorem{Exc}{EXERCICE}
\Newassociation{correction}{Soln}{mycor}
\renewcommand{\Solnlabel}[1]{CORRIGE #1}
\def\exo#1{%
\futurelet\testchar\MaybeOptArgmyexoo}
\def\MaybeOptArgmyexoo{
\ifx[\testchar \let\next\OptArgmyexoo
\else \let\next\NoOptArgmyexoo \fi \next}
\def\OptArgmyexoo[#1]{%
\begin{Exc}[#1]\normalfont}
\def\NoOptArgmyexoo{%
\begin{Exc}\normalfont}
\newcommand{\finexo}{\end{Exc}}
\newcommand{\flag}[1]{}
\newcommand{\entete}[1]
```

Les textes EXERCICE et CORRIGE [3] (et seulement ceux-ci) peuvent être modifiés.

La ligne suivante est à placer juste après le `\begin{document}` :

```
\Opensolutionfile{mycor}[ficcorex]
```

Les lignes suivantes sont à placer juste avant le `\end{document}` :

```
\newpage
\setcounter{page}{1}
\Closesolutionfile{mycor}
\Readsolutionfile{mycor}
```

Mettre en commentaire les trois dernières lignes ci-dessus en commentaire *empêche l'affichage de l'ensemble du corrigé*. Cela peut être pratique pour un collègue qui, par exemple, veut mettre une feuille d'exercices sur le réseau sans permettre à l'élève de voir le corrigé.

Le `\setcounter{page}{1}` indique que la première page du corrigé sera numérotée à partir de 1 (si l'utilisateur numérote les pages).

(2). À retrouver en copier-coller sur [126].

(3). Rapidement... Un *corrigé* est donné, de façon passive, sur une feuille (ou autre) que l'élève lit tandis qu'une *correction* est donnée de façon (inter)active.

18.2 Corrigés en-dessous

Cette section propose d'afficher[4] *dans la « version élève » les énoncés uniquement et dans la « version prof » les énoncés suivis chacun de leur corrigé.*

18.2.1 Première méthode

Il suffit de prendre l'option `nosolutionfiles` du package `answers`. On écrit donc dans le préambule :

```
\usepackage[nosolutionfiles]{answers}
```

18.2.2 Seconde méthode

Les lignes suivantes sont à placer dans le préambule[5] :

```
\newtheorem{Exc}{EXERCICE}
\Newassociation{correction}{Soln}{mycor}
\renewcommand{\Solnlabel}[1]{CORRIGE #1}
\def\exo#1{%
\futurelet\testchar\MaybeOptArgmyexoo}
\def\MaybeOptArgmyexoo{
\ifx[\testchar \let\next\OptArgmyexoo
\else \let\next\NoOptArgmyexoo \fi \next}
\def\OptArgmyexoo[#1]{%
\begin{Exc}[#1]\normalfont}
\def\NoOptArgmyexoo{%
\begin{Exc}\normalfont}
\newcommand{\finexo}{\end{Exc}}
\newcommand{\flag}[1]{}
\newif\ifprof
\newcommand{\entete}[1]
```

Au début du document, on écrit :

```
\proftrue
```

Cette commande soit être placée en commentaire pour ne pas afficher les corrigés.

La structure de tout exercice est la suivante :

```
\exo{}
  Énoncé de l'exercice
  \ifprof\\
  \emph{Corrigé}\\
  \else
  \begin{correction}
  \fi
    Corrigé de l'exercice
  \ifprof\else
  \end{correction}
\finexo
```

(4). Merci Guy !

(5). Par rapport à la section précédente, l'avant-dernière ligne a été rajoutée.

De même qu'auparavant, les lignes suivantes sont à placer juste avant le `\end{document}` :

```
\setcounter{page}{1}
\Closesolutionfile{mycor}
\Readsolutionfile{mycor}
```

18.3 Des indications

Un collègue peut avoir besoin de pages « Indications », où seront donnés des pistes ou des éléments de réponses.

Dans le source du paragraphe 1, on écrit les lignes

```
\Newassociation{correction}{Soln}{mycor}
\Newassociation{indication}{Indi}{myind}
```

au lieu de

```
\Newassociation{correction}{Soln}{mycor}
```

De même, on écrit :

```
\Opensolutionfile{mycor}[ficcorex]
\Opensolutionfile{myind}[ficind]
```

et :

```
\newpage\setcounter{page}{1}
\Closesolutionfile{myind}
\Readsolutionfile{myind}
\newpage\setcounter{page}{1}
\Closesolutionfile{mycor}
\Readsolutionfile{mycor}
```

18.4 Numérotation des exercices

Supposons avoir à placer un exercice – qui sera numéroté 4 – dans la sous-section[6] 3 de la section 2.

Par défaut, l'exercice est numéroté 4.

Si l'on veut qu'il soit numéroté 2.4, il faut écrire dans la structure de l'exercice :

```
\newtheorem{Exc}{Exercice}[section]
```

Si l'on veut qu'il soit numéroté 2.3.4, il faut écrire dans la structure de l'exercice :

```
\newtheorem{Exc}{Exercice}[subsection]
```

18.5 Un nom en option

La structure d'un tel exercice est la même que celle d'un théorème. En particulier, on peut mettre un texte en option (le texte sera alors écrit entre parenthèses et en gras) :

Exercice 1 (Cours) Citer...

(6). Traduction de « subsection » !

```
\exo{}[Cours] Citer...\finexo
```

18.6 Avec un barème

Une première solution est d'utiliser des notes de marge pour préciser le barème d'un devoir : il suffit de placer les points attribués en note de marge de chaque question avec `\marginpar`[7] (en prenant soin de réduire au besoin la taille des caractères et les marges).

Une seconde solution ? Vous trouverez sur [125] les fichiers sources nécessaires pour produire une évaluation qui affichera non seulement le barème question par question (que vous aurez vous-même spécifié) mais aussi le barème total pour chaque exercice, total calculé par l'ordinateur.

18.7 La classe `exam`

Il y a sur [52] un descriptif de la classe `exam`.

Celle-ci permet de générer des examens. En particulier, il est aisé de mettre en page les énoncés (et les numérotations des questions !), ainsi que de gérer leurs corrigés, l'affichage du barème des questions, le compte total des points automatiquement...

Deux petits ambigrammes, pour le plaisir[8] :

(7). Pour la commande `\marginpar`, voir le paragraphe 6.3, page 56.

(8). Le premier est dessiné par Basile Morin (le site de cet auteur est à visiter !) et le second, par Gilles Esposito-Farèse pour la revue littéraire éponyme.

Chapitre 19

Diaporamas avec Beamer

Dans ces quelques pages, il est expliqué comment obtenir un diaporama permettant une animation dynamique en cours.

19.1 Petite présentation

Beamer est une classe permettant la création de diaporamas (présentations) au format pdf. Ce chapitre explique comment construire de tels diaporamas (n'utilisant pas de lien hypertexte).

Beamer est basé sur un environnement de pages (*frame*) représentant un transparent ; celle-ci a la possibilité d'être affichée en plusieurs étapes par une succession de couches (*slides*).

- Beamer affiche des icônes qui permettent de passer d'une page à une autre.
- La taille de la police influence l'ensemble des éléments (titres des présentations et des diapositives, par exemple).
- Avec beamer, la page est créée au format paysage et a pour dimensions 12,6 cm × 9,6 cm (avec un ratio de 4 : 3). L'agrandissement lors de la projection relève de la compétence du logiciel de lecture du pdf.

Historiquement, on a connu les classes slides et seminar, beaucoup trop basiques. Est apparue ensuite la classe prosper, beaucoup plus évoluée. Dernièrement est venue la classe beamer, qui remporte actuellement le plus d'adeptes.

L'utilisateur peut, comme dans tout document LaTeX, changer la mise en forme des éléments (couleurs, symboles des puces des listes, etc.). Je renvoie le lecteur intéressé à la documentation référencée en fin de brochure.

19.2 Préambule

19.2.1 Classe

Commençons par la classe et les extensions usuelles.

```
\documentclass[11pt]{beamer}
\usepackage[latin1]{utf8}...
```

19.2.2 Thème

Le *thème de présentation* définit le jeu de couleurs et la présentation de la page. Il n'y a donc rien à faire en ce qui concerne l'apparence (1) !

```
\usetheme{Warsaw}
```

Dans ce diaporama, le thème de présentation sera ici Warsaw. Il en existe d'autres (2) : Antibes, Berlin, Copenhagen, Goettingen, etc. Une liste se trouve sur [98] et on y trouve des thèmes...

- sans barre de navigation ;
- avec un arbre de navigation ;
- avec un sommaire latéral ;
- avec un mini-cadre de navigation ;
- avec un sommaire des (sous-) sections.

On peut tout à fait insérer les niveaux de hiérarchie \section, \subsection et \subsubsection. Certains thèmes – le Warsaw, par exemple – affichent une minitable des matières dans un panneau : l'utilisateur peut naviguer facilement à travers le document en cliquant dessus.

19.2.3 Page de titre

La page de titre se construit avec un \titlepage.

Dans le préambule, on déclare (3) :

```
\title[le titre court]{le titre long}
\subtitle{le sous-titre}
\author[l'auteur court]{l'auteur long}
\date{la date de l'exposé} (4)
```

Le *titre long* est écrit sur la première diapositive et le *titre court* est dans les bas de page sur toutes les autres.

C'est le même principe avec l'auteur : *auteur long* est écrit sur la première diapositive et *auteur*

(1). Comme d'habitude, on peut demander à LaTeX de faire des changements !
(2). Je laisse le lecteur choisir son préféré !
(3). Rappelons que tout texte entre crochets est en option.
(4). La date de la compilation est obtenue avec \today.

court, sur toutes [5] .

Dans le corps du document, on écrit :

```
\frame{\titlepage}
```

19.2.4 Option de placement vertical

Par défaut, tous les éléments de la page sont centrés verticalement. Si l'on ajoute l'option `[t]` dans la déclaration de classe, ils seront tous alignés vers le haut (*top*). De même avec l'option `[b]` pour les aligner vers le bas (*bottom*) et `[c]` (par défaut) pour les centrer.

19.3 Transparent

19.3.1 Transparent « de base »

Un transparent admet deux syntaxes [6] :

```
\begin{frame} texte \end{frame}
```

```
\frame{texte}
```

Les niveaux de hiérarchie doivent être placés en dehors des environnements `frame`.

19.3.2 Etiquette

On peut donner une étiquette (*label*) au transparent ; elle permettra d'y faire référence.

```
\begin{frame}[label=étiquette]
texte
\end{frame}
```

19.3.3 Titre

Un transparent peut avoir un titre :

```
\begin{frame}
\frametitle{titre}
texte du transparent
\end{frame}
```

19.3.4 Sans décor

On peut être amené à placer une grande figure sur un transparent et à vouloir alors supprimer les en-têtes, les pieds de page et les diverses barres de menu : on utilise l'option `\frame[plain]`.

```
\begin{frame}[plain]
texte
\end{frame}
```

(5). Cela permet de différencier la personne qui présente l'exposé de celles qui ont travaillé sur le sujet exposé.

(6). La page, dans le premier cas, est définie comme un environnement.

19.3.5 Logo

Il est possible d'avoir un logo *image* [7] présent sur tous les transparents [8] :

```
\logo{includegraphics{image.eps}}
```

Ceci dit, le logo en tant que tel peut être aussi bien une image qu'un texte.

19.3.6 Sur deux colonnes

Un texte ou un texte accompagné d'un graphique (ou d'une image) peut être écrit sur plusieurs colonnes.

Pour une disposition sur deux colonnes, la syntaxe est la suivante :

```
\begin{columns}[options]
  \begin{column}[placement]{largeur}
     contenu de la colonne
  \end{column}
  \begin{column}[placement]{largeur}
     contenu de la colonne
  \end{column}
\end{columns}
```

Les *options* sont les suivantes :

`b` aligne les colonnes sur la ligne du bas ;

`t` aligne les colonnes sur la ligne de base de la première ligne ;

`T` aligne les colonnes sur le haut de la première ligne ;

`c` centre les colonnes l'une par rapport à l'autre ;

`onlywidth` demande aux colonnes d'occuper toute la largeur du texte (`textwidth`) ;

`totalwidth=`*largeur* exige des colonnes d'occuper la *largeur* indiquée.

19.4 Mise en valeur

19.4.1 `Block`

19.4.1.1 Le `block` « de base »

Pour mettre des éléments en valeur, `Beamer` propose différents environnements de `blocks`, qui sont en fait des boîtes (sur la largeur de page disponible) où

- sur la première ligne (et sur un fond de couleur bleue) est écrit le titre ;
- et, sur la seconde ligne, est écrit un texte (et sur un fond de couleur dépendant du thème choisi).

(7). Voir le chapitre 11, page 106, pour tout ce qui concerne l'inclusion d'images.

(8). À un endroit dépendant du thème choisi.

```
\begin{block}{Titre}
Texte
\end{block}
```

19.4.1.2 Deux autres versions

Il y a la version `alertblock` qui écrit sur un fond rouge le titre et la version `exampleblock`, sur un fond vert.

```
\begin{alertblock}{Titre}
Texte
\end{alertblock}
```

```
\begin{exampleblock}{Titre}
Texte
\end{exampleblock}
```

19.4.2 Une option mathématique

Les environnements `definition`, `example`, `proof` et `theorem` [9] permettent une mise en valeur de parties du texte (mathématique).

```
\begin{frame}
```

```
\begin{definition}
voici la définition
\end{definition}
```

```
\begin{example}
voici l'exemple
\end{example}
```

```
\begin{proof}
voici la preuve
\end{proof}
```

```
\begin{theorem}
voici le théorème
\end{theorem}
```

```
\end{frame}
```

19.5 Apparition progressive du contenu

Il peut être pertinent de faire apparaître, lors d'une (bonne) présentation (dynamique), les éléments *au fur et à mesure*. On veut donc afficher le contenu d'un transparent en créant plusieurs couches (*slides*).

Dans ce qui suit, les différents contenus des items sont des textes. Mais rien n'empêche de placer des figures : on peut ainsi, par exemple, expliquer la résolution d'un système d'inéquations linéaires à deux inconnues, système que nous rencontrons en programmation linéaire dans des exercices économiques [10].

(9). Il y a aussi les moins utilisés `corollary`, `definitions`, `examples`, `fact` et `lemma`.
(10). Voir un exemple plus bas.

19.5.1 La commande \pause

Pour voir l'un après l'autre les éléments d'une liste, on peut utiliser une `pause`.

```
\begin{itemize}
\item item 1 \pause
\item item 2 \pause
\item item 3
\end{itemize}
```

Les vues successives seront les suivantes :

- *item 1*

- *item 1*
- *item 2*

- *item 1*
- *item 2*
- *item 3*

Cela s'applique aussi à un texte :

```
blabla \pause
bleble \pause
blibli
```

On peut aussi utiliser `\pause` pour faire apparaître successivement les *lignes* du tableau suivant :

```
\begin{tabular}{c|ccc}
   & a & b & c \\ \hline
A & Aa & Ab & Ac \pause\\
B & Ba & Bb & Bc \pause\\
C & Ca & Cb & Cc
\end{tabular}
```

19.5.2 Action sur les couches

Pour mettre tel ou tel élément en valeur ou pour faire apparaître (ou disparaître) tel ou tel élément à un moment donné, on va utiliser des macros suivies d'un spécificateur de couche : les macros `\alert<>`, `\uncover<>`, `\only<>`, etc. Entre les `<>`, on indique la ou les numéros de couche sur lesquelles jouent les différents éléments.

19.5.2.1 Codages

`<1->`	agit de la couche `1` à la dernière
`<2->`	agit de la couche `2` à la dernière
`<-3>`	agit jusqu'à la couche `3`
`<4>`	agit sur la couche `4` seulement
`<5-6>`	agit de la couche `5` à la couche `6`
`<7,8>`	agit sur la couche `7` et la couche `8`

Beamer construira lui-même les diapositives en nombre nécessaire. Le décompte des diapositives est réinitialisé pour chaque nouvelle `frame`.

19.5.2.2 Variations sur la police

Le code source

```
Un \emph<2>{texte} mis en emphase
```

va donc créer deux couches pour ce transparent. Sur la première, le mot texte sera écrit de façon usuelle (11) et sur la seconde (et celle-ci seulement), il sera composé avec une emphase.

Cela correspond à la création de deux pages dont la première page aurait comme code source `Un texte mis en emphase` et la seconde, `Un \emph{texte} mis en emphase`.

On peut aussi travailler la couleur.

Par exemple, `le {\color<2>{red}but} est ...` va afficher, dans le cas de trois couches :

De façon plus général, pour colorier le *texte* avec une *couleur* donnée sur la couche `n`, on utilise la macro `{\color<n>{`*couleur*`}`*texte*`}`.

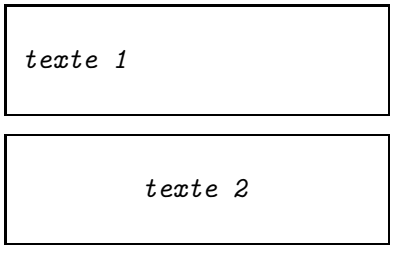
19.5.2.3 Macro \onslide<>

La macro `\onslide<n>{`*texte*`}` écrit *texte* sur la couche `n`.

Le code source

```
\begin{frame}

\onslide<1,3> texte 1
\onslide<2> texte 2
\onslide<3> texte 3

\end{frame}
```

va donner les vues successives suivantes :



19.5.2.4 Macros \uncover<> et \only<>

Les deux macros `\uncover<n>{`*texte*`}` et `\only<n>{`*texte*`}` écrivent *texte* sur la couche `n`. De même avec `<n->` et `<n-p>`.

La petite différence est que `\uncover<>` réserve la place prise par le texte. Illustrons ceci avec le code source suivant et les deux vues successives correspondantes.

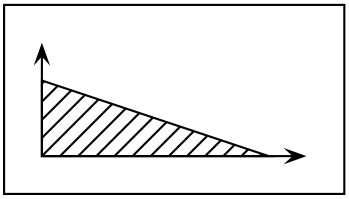
```
\begin{frame}
\begin{itemize}
\item AA\uncover<2->{BB}CC
\item DD\only<2->{EE}FF
\end{itemize}
\end{frame}
```

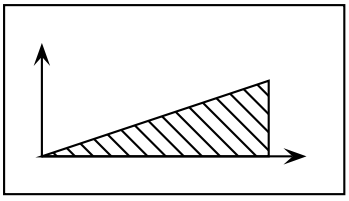
Comme cela a été évoqué plus haut, voici un exemple de résolution graphique d'inéquations (12) .

Le code source

```
\begin{frame}
\begin{pspicture}(0,0)(4.5,2.5)
\psframe(0,0)(4.5,2.5)
\psline{<->}(0.5,2)(0.5,0.5)(4,0.5)
\only<1,3>{%
\pspolygon[fillstyle=hlines,hatchangle=45]%
(0.5,1.5)(0.5,0.5)(3.5,0.5)}
\only<2,3>{%
\pspolygon[fillstyle=hlines,hatchangle=45]%
(3.5,1.5)(0.5,0.5)(3.5,0.5)}
\end{pspicture}
\end{frame}
```

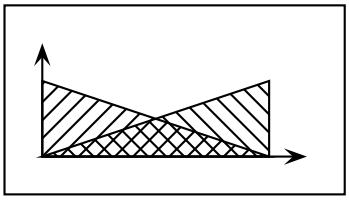
donnera les vues successives suivantes :





(11). C'est-à-dire en écriture sans serif.

(12). Les dessins sont évidemment simplistes !



19.5.2.5 Macro \alt<>{*comm1*}{*comm2*}

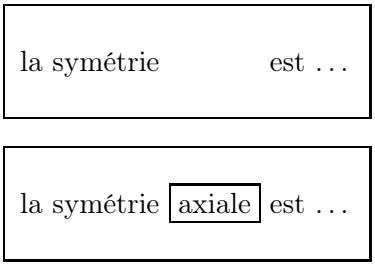
La macro \alt<>{*comm1*}{*comm2*} exécute la commande *comm1* sur les couches indiquées par le spécificateur donné et la commande *comm2*, sur les autres.

En particulier, \alt<>{*texte 1*}{*texte 2*} offre la possibilité de faire une alternative en fonction de la couche.

Le code source

```
\begin{frame}

la symétrie \alt<2>{\fbox{axiale}}{%
\textcolor{white}{axiale}} est ...

\end{frame}
```

va donner les vues successives suivantes :



19.5.2.6 Macro \alert<>

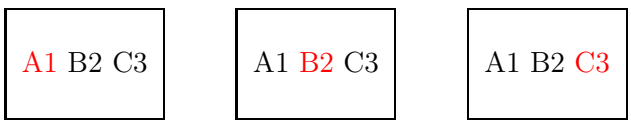
La macro \alert<n> va faire apparaître le contenu qui suit en style d'alerte (généralement rouge) sur la couche n.

La syntaxe d'utilisation est \alert<n>{*texte*}.

Le code source

```
\begin{frame}
\alert<1>{A1} \alert<2>{B2} \alert<3>{C3}
\end{frame}
```

va donner les trois vues successives suivantes :



19.5.2.7 Cas des listes : \item<n>, \item<n-> et \item<n-p>

\item<n> demande que l'élément de la liste apparaisse de la couche n jusqu'à la fin.

\item<n-p> demande que l'élément de la liste apparaisse de la couche n à la couche p.

\item<p> demande que l'élément de la liste apparaisse à la couche p.

On veut faire apparaître successivement les trois items [13] . On saisit alors le code source ci-dessous. (On retrouve la même présentation qu'avec la macro \pause.)

```
\begin{itemize}
\item<1-> item 1
\item<2-> item 2
\item<3-> item 3
\end{itemize}
```

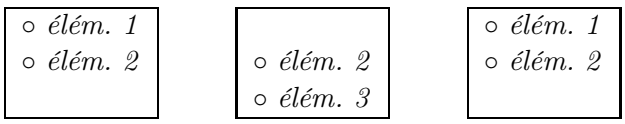
Si l'on ne veut pas s'embêter à compter, on peut remplacer les lignes précédentes par :

```
\begin{itemize}[<+->]
\item<1-> item 1 ...
```

Avec le code source [14]

```
\begin{itemize}
\item<1,3> élém. 1
\item<1-> élém. 2
\item<2> élém. 3
\end{itemize}
```

les vues successives seront les suivantes :



19.5.2.8 Macro \alert et liste

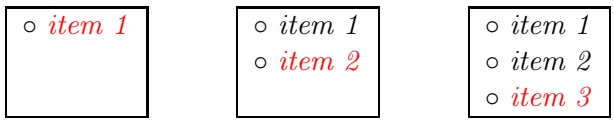
On peut combiner la macro \alert de mise en évidence et les apparitions successives dans les listes.

Le code source

```
\begin{itemize}
\item<+-|alert@+> élém. 1
\item<+-|alert@+> élém. 2
\item<+-|alert@+> élém. 3
\end{itemize}
```

(13). Dans cet exemple, l'environnement itemize peut être remplacé par enumerate.
(14). Il peut être pertinent de préparer au brouillon les différentes vues que l'on veut obtenir pour se faciliter la tâche du codage !

va afficher, en le mettant en évidence, *élém. 1* lors de la visualisation de la première couche. Sur la deuxième couche, *élém. 1* est encore affiché mais plus en évidence et *élém. 1* est affiché et mis en évidence. Sur la troisième couche, *élém. 1* et *élém. 2* sont encore affichés mais plus en évidence et *élém. 3* est affiché et mis en évidence. On a donc les trois vues successives suivantes :



19.5.3 Texte caché mis en gris

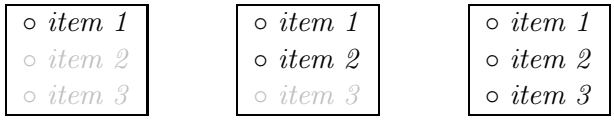
Par défaut, le texte caché est invisible. On peut l'obtenir en grisé (clair) en écrivant dans le préambule :

```
\setbeamercovered{transparent}
```

Le code source

```
\begin{itemize}
\item item 1
\pause \item item 2
\pause \item item 3
\end{itemize}
```

donnera les vues successives suivantes :



19.6 Animation

Le package `animate`, conçu par Alexander Grahn, vous permettra de créer des animations (mathématiques) sur des documents `pdf`.

Je renvoie le lecteur intéressé tant à la documentation de cette extension sur [101] qu'à un wiki, sur [102].

Chapitre 20

Quelques exercices et des solutions !

20.1 Énoncés

20.1.1 Commun

1. $3{,}5 - 2 \times 1{,}25 = 3{,}5 - 2{,}5 = 1$
2. $10\,x + 3\,y - 2 = 0$
3. $\frac{2}{3}$ $\quad \dfrac{2}{3}$
4. $\dfrac{2}{3} - \dfrac{3}{4} \approx -0{,}083$
5. $1\,000 \times 1{,}5 = 1\,500$
6. x^3 $\quad x^{12}$ $\quad x^{7-3}$
7. $a^m \times a^n = a^{m+n}$
   $(a^m)^n = a^{m\times n}$
8. x_3 $\quad x_{12}$
9. $\dfrac{a^6}{a^2} = a^{6-2} = a^4$
10. Les objets coûtent 5 € ou 10 $.
11. Les droites (D_1), Δ et $\mathcal{D}$ sont sécantes.
12. La solution positive de $x^2 = 9$ est 3.
13. $\sqrt{49} = 7$ $\quad \sqrt{1+\sqrt{2}}$ $\quad \sqrt{a} + \sqrt{b} \neq \sqrt{a+b}$
14. Déterminer la valeur de l'expression

$$E = x^2 - 4x + 1$$

    pour $x = -\sqrt{5}$.
15. $(2\sqrt{3}+1)(\sqrt{3}-2)$
16. Sans calculatrice, calculer :

$$\sqrt{31 + \sqrt{21 + \sqrt{13 + \sqrt{7 + \sqrt{3 + \sqrt{1}}}}}}$$

17. $3 + 5 \times 7$ $\quad (3+4) \div 2$
18. $A = \dfrac{\frac{2}{3} - \frac{4}{5}}{\frac{1}{5} + 2}$ $\quad B = \dfrac{\frac{2}{3}}{\frac{1}{5} + \frac{4}{15}}$
19. $x\,(x-1) = 0 \iff x = 0$ ou $x = 1$
20. Compléter avec $<$ ou $>$: $-3{,}5 \ \ldots \ -2{,}1$
21.

$$\begin{aligned}(a+b)^2 &= (a+b)(a+b)\\ &= a^2 + a\,b + a\,b + b^2\\ &= a^2 + 2\,a\,b + b^2\end{aligned}$$

    Aide : avec l'environnement `eqnarray*`
22. $\overline{x} = \dfrac{3\times 12 + 2\times 14}{3+2} = 12{,}8$
23. $m = \dfrac{3\times 12 + \cdots + 2\times 15}{3+\cdots+2} = 13{,}2$
24. Cocher la bonne réponse :
    ☐ $(a-b)^2 = a^2 - b^2$
    ☐ $(a-b)^2 = a^2 + b^2$
    ☐ $(a-b)^2 = a^2 - 2\,a\,b + b^2$
    La bonne réponse est :
    ■ $(a-b)^2 = a^2 - 2\,a\,b + b^2$
25. En développant l'expression $-5\,(3x+6)$, on a :
    A : $-15x - 30$ $\quad$ B : $-8x - 11$ $\qquad$ A☐ B☐
26. Rouge ..... 24 %
    Bleu ..... 9 %
    Violet ..... 67 %
27. $\begin{cases} 3\,x + 2\,y = 5 \\ 5\,x - 4\,y = 1 \end{cases}$
28. $(x-1)\left(x - \dfrac{2}{3}\right)$
29.

x	0	1,5	2	130
$f(x)$	0	2,25	4	16 900

30.

x	0	1,5	2	130
$f(x)$	0	2,25	4	16 900

    (*Contraintes.* Le tableau occupe 80 % de l'espace horizontal disponible. Les colonnes « numériques » ont la même largeur. Le texte est centré dans chaque colonne.)
31. Résultats :

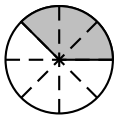
	A	B
C	1	2
D	3	4

32. $x^2 - 1 - (x-1) = x^2 - \cancel{1} - x + \cancel{1} = x^2 - x$
33. $a^n = \underbrace{a \times a \times \cdots \times a}_{n \text{ fois}}$
34. Un texte écrit dans une minipage de 3 cm de large, collée à la marge de gauche.

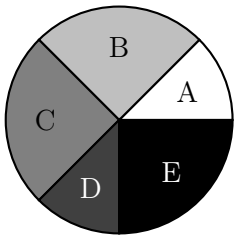
    Un texte écrit dans une minipage de 4,5 cm de large, collée à la marge de droite.
35. Un texte écrit dans une minipage de 3 cm de large, collée à la marge de gauche.

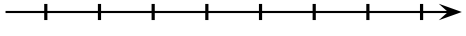
    Un texte écrit dans une minipage de 4,5 cm de large, collée à la marge de droite et alignée sur la ligne de texte du bas avec l'autre minipage.

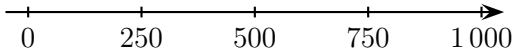
36. $\mathrm{P}(\{R\heartsuit\}) = 0{,}031\,25$

37. 

38. Diagramme :

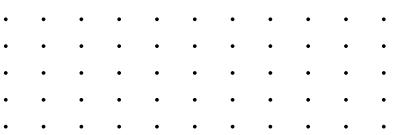


39. 

40. 

(L'espace entre les 2 graduations est 1,5 cm.)

41. Réseau pointé :



42. (*Aide :* utiliser `eqnarray*`)

$$\begin{aligned}(1+\sqrt{3})^2 &= 1^2 + 2\times 1\times\sqrt{3} + (\sqrt{3})^2\\ &= 1 + 2\sqrt{3} + 3\\ &= 4 + 2\sqrt{3}\end{aligned}$$

43. Créer une nouvelle commande appelée `REP` écrivant $(O\,;\vec{\imath},\vec{\jmath},\vec{k})$ quand on l'appelle.

44. Si $a = b\,q + r$ (avec $0 \leqslant r < b$)
alors $\mathrm{PPCM}(a,b) = \mathrm{PPCM}(b,r)$

45. Les égalités suivantes sont-elles vraies ou fausses ?

$$6 - 3(x+1) = 3x + 3$$
$$x^2 - x(3x+2) + 1 = 4x^2 - 1$$

(*Contrainte :* Aligner les signes =)

46. $E \overset{\text{hyp}}{=} 0$

47. $c = 1 + t\,\% = 1 + \dfrac{t}{100}$

48. `=C3+$D$2*B$1/$A3`

49. `=SOMME(A$1:A2)`

50. `=B$1*C$1^A1`

51. $\underbrace{2x+1}_{\text{Gauche}} = \underbrace{3x-7}_{\text{Droite}}$

Obtenir les présentations suivantes :

52. Défi *Facile !*

53. bord = noir, fond = gris clair

54. bord = noir, fond = gris clair, texte = blanc

55. bord = noir, fond = noir, texte = blanc

20.1.2 Collège

1. $(+4) - (-1) + (-6) - (+2)$

2. $\dfrac{15}{12} = \dfrac{15\div 3}{12\div 3} = \dfrac{5}{4}$

3. $\dfrac{2}{3} + \dfrac{7}{6} = \dfrac{4}{6} + \dfrac{7}{6} = \dfrac{4+7}{6} = \dfrac{11}{6}$

4. $\sqrt{48} = \sqrt{16\times 3} = \sqrt{16}\times\sqrt{3} = 4\sqrt{3}$

5. $3\cdot 10^4 \times 5\cdot 10^{-5}$

6. Factoriser $4x^2 - 1 - (2x-1)(5x+7)$.

7. $BC^2 = AB^2 + AC^2$ donc $\boxed{AB = \sqrt{BC^2 - AC^2}}$

8. $\sin\widehat{BAC} = \dfrac{5}{13} \approx 0{,}385$ donc $\widehat{BAC} \approx 23^\circ$

9. $\widehat{MAN} = \frac{1}{2}\,\widehat{MON}$

10. $(AB) \perp (CD)$

11.
$7\times 1 = \ \ 7$
$7\times 2 = 14$
$7\times 3 = 21$
$7\times 4 = 28$
(*Contraintes.* On doit rentrer pour chaque ligne seulement le second facteur et le produit.)

12. Trouver les valeurs cachées :
$$\begin{array}{r} 4\,1\,,\,2 \\ +\quad 7\star\,,\,9\,3 \\ \hline 1\,1\,6\,,\star\,3 \end{array}$$

13. Division de 360 par 225 :
$$\begin{array}{r|l} 3\,6\,0 & 2\,2\,5 \\ \cline{2-2} -\,2\,2\,5 & 1{,}6 \\ \cline{1-1} 1\,3\,5\,0 & \\ -\,1\,3\,5\,0 & \\ \cline{1-1} 0 & \end{array}$$
(*Aide :* utiliser le package `xlop`)

14. $V = L\times\ell\times h$

15. $V = \dfrac{4}{3}\times\pi\times 5^3$

Vu au Brevet :

16. Format de l'image $= \dfrac{\text{longueur de l'image}}{\text{largeur de l'image}}$

17.

		1 carte	2 cartes	5 cartes
PRIX	Form. B			
	Form. C			

18. $\dfrac{\left(10^{-3}\right)^2\times 10^4}{10^{-5}}$

19. On donne :

$$\mathrm{B} = \frac{8\times 10^8\times 1{,}6}{0{,}4\times 10^{-3}} \qquad \mathrm{C} = \left(\sqrt{5}+\sqrt{10}\right)^2 - 10\sqrt{2}$$

20. $\mathcal{A} = \sqrt{\dfrac{p}{2}\left(\dfrac{p}{2}-a\right)\left(\dfrac{p}{2}-b\right)\left(\dfrac{p}{2}-c\right)}$

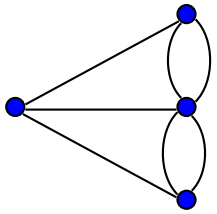
21. Soit $C = 5\sqrt{12} + \sqrt{27} - 10\sqrt{3}$.
Écrire C sous la forme $a\sqrt{b}$, où a et b sont deux nombres entiers.

20.1.3 Lycée

1. $\mathbf{R} \setminus \left\{\dfrac{2}{3}\right\}$
2. $m = \dfrac{y_B - y_A}{x_B - x_A}$
3. $\gamma = \alpha + 2\,\beta$
4. pour tout x de $\mathbb{R}$, on a : $x^2 = (-x)^2$
5. Si $\Delta > 0$ alors $x_{1,2} = \dfrac{b \pm \sqrt{\Delta}}{2a}$
6. $f(x) = \ln\left(1 + \dfrac{1}{x}\right)$
7. $\exp(x) = \mathrm{e}^x$
8. $\mathrm{e}^{\mathrm{i}\frac{\pi}{6}}$ $\mathrm{e}^{\mathrm{i}\frac{\pi}{6}}$ (différence de taille)
9. $f(x) = \ln(\mathrm{e}^x + 1)$
10. $\cos\left(\dfrac{\pi}{6}\right) = \sin\left(\dfrac{\pi}{3}\right)$
11. $\cos\dfrac{\pi}{6} = \dfrac{\sqrt{3}}{2}$
12. $f(x) = 1 + \tan^2 x$
    $f(x) = 1 + \dfrac{\sin^2 x}{\cos^2 x} = \dfrac{\cos^2 x + \sin^2 x}{\cos^2 x} = \dfrac{1}{\cos^2 x}$
13. le repère $\mathcal{R}\ (O\,;\vec{\imath},\vec{\jmath})$
14. $\vec{u}\cdot\vec{v} = 0 \iff \vec{u} \perp \vec{v}$
15. $\overrightarrow{AB}\cdot\overrightarrow{AC}$
16. $\overrightarrow{AB}\begin{pmatrix} x_B - x_A = 3 - (-1) = 4 \\ y_B - y_A = 5 - 2 = 3 \end{pmatrix}$
17. $\begin{cases} 3\,x + 2\,y &= 5 \\ 5\,x - 4\,y &= 1 \end{cases}$ donne $\boxed{x = 1 \text{ et } y = 1}$
18. $\begin{vmatrix} 3 & 2 \\ 5 & -4 \end{vmatrix} = 3 \times (-4) - 2 \times 5 = -22$
19. $\lim\limits_{x\to 0, x>0} \dfrac{\sin x}{x} = 1$
20. $\lim\limits_{n\to\infty} x_n = \ell$
21. $\lim\limits_{n\to+\infty} q^n = \begin{cases} 0 & \text{si } q < 1 \\ 1 & \text{si } q = 1 \\ +\infty & \text{si } q > 1 \end{cases}$
22. $(x \neq 0)\ \dfrac{x^2}{x^2+1} = \dfrac{1}{1 + \dfrac{1}{x^2}} = \dfrac{1}{1 + x^{-2}}.$
23. $\overline{y} = a\,\overline{x} + b$
24. $\int_1^2 (3x^2 + 4)\,\mathrm{d}x = [x^3 + 4x]_1^2 = 16 - 5 = 11$
25. $\displaystyle\int_0^\pi \sin x\,\mathrm{d}x = [-\cos x]_0^\pi = -(-1) + 1 = 2$
26. $\displaystyle\sum_{i=0}^{n} q^i = \frac{1 - q^{n+1}}{1 - q}$
27. $\sigma^2 = \dfrac{1}{N}\displaystyle\sum_{i=0}^{p} n_i (x_i - \overline{x})^2$
28. $\left(\dfrac{u}{v}\right)' = \dfrac{u'v - uv'}{v^2}$
29.

x	0		2		5		9
$f'(x)$		+	0	−	‖	−	

30. En utilisant l'extension `pst-tree`, représenter le graphe des 7 ponts de Königsberg :



31. $25 \equiv 1 \pmod 4$
32. $N = {p_1}^{a_1} \times {p_2}^{a_2} \times \cdots \times {p_n}^{a_n}$
33. $\mathrm{P}(\overline{B}) = 1 - \mathrm{P}(B)$
34. $\overline{A \cup B} = \overline{A} \cap \overline{B}$
35. $p_S(F) = \dfrac{p(S \cap F)}{p(S)}$
36. Formule des probabilités totales :
$$\begin{aligned} p(S) &= p(F \cap S) + p(F \cap \overline{S}) \\ &= p(F) \times p_F(S) + p(\overline{F}) \times p_{\overline{F}}(S) \end{aligned}$$
37. $\dbinom{n}{p} = \dfrac{n!}{p!\,(n-p)!}$
38. $(x+y)^n = \displaystyle\sum_{k=0}^{n} \binom{n}{k} x^{n-k}\,y^k$
39. $\dbinom{i}{j} = \dbinom{i-1}{j-1} + \dbinom{i-1}{j}$
40. $\begin{pmatrix} 1 & 3 \\ -5 & 7 \end{pmatrix}$ $\begin{bmatrix} 1 & 3 \\ -5 & 7 \end{bmatrix}$
41. $\mathrm{E}\,(X) = \sum_{i=1}^{n} p_i\,x_i$
42. $p(|X| \leqslant u_\alpha) = 1 - \alpha$
43. $u_0 \in \mathbb{R}_+$ et, pour tout n, $u_{n+1} = \dfrac{2\,u_n}{3\,u_n + 1}$
44. $\forall n \in \mathbb{N},\quad \left|u_{n+1} - \dfrac{1}{3}\right| \leqslant \dfrac{1}{2}\left|u_n - \dfrac{1}{3}\right|$
45. $\begin{pmatrix} 3 & 4 \\ -4 & 3 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 3 & -4 \\ 4 & 3 \end{pmatrix} = 25\,I_2$
46. $\left|3 - \dfrac{1}{2}\mathrm{i}\right| = \sqrt{3^2 + \left(-\dfrac{1}{2}\right)^2}$
47. $\left|\dfrac{1}{4} + \dfrac{\sqrt{3}}{4}\mathrm{i}\right|^2 = \left(\dfrac{1}{4}\right)^2 + \left(\dfrac{\sqrt{3}}{4}\right)^2$
48. $\overline{z + 3\mathrm{i}} = \overline{z} - 3\mathrm{i}$
    $\overline{z} + 3\mathrm{i} = \overline{z} - 3\mathrm{i}$ (différence entre $\overline{z}$ et $\overline{z}$)
49. $\arg\dfrac{z - z_A}{z - z_B} = \dfrac{\pi}{2}\ (2\pi)$
50. $\mathrm{P}\,(X > s + t \mid X > t) = \mathrm{P}\,(X > s)$
51. $\mathrm{P}\,(X > t) = \mathrm{e}^{-\lambda\,t} \xrightarrow[t\to+\infty]{} 0$

52. $z_i = \ln\left(\dfrac{y_i}{100}\right)$

53. $\displaystyle\int_{\ln 2}^{\ln 3} \frac{\mathrm{e}^x}{\left(\mathrm{e}^x+1\right)^2}\,\mathrm{d}x$

54. $\mathcal{D} : \begin{cases} x = & -t \\ y = 3+3t & , t \in \mathbb{R} \\ z = & 1-t \end{cases}$

55. $\left[f - \dfrac{1}{\sqrt{n}} ; f + \dfrac{1}{\sqrt{n}}\right]$

56. $\{X \in [x-2\sigma\,;x-2\sigma]\}$

57. $\left[p - 1{,}96\,\dfrac{\sqrt{p(1-p)}}{\sqrt{n}} ; p + 1{,}96\,\dfrac{\sqrt{p(1-p)}}{\sqrt{n}}\right]$

58. Des propriétés des nombres de Fibonacci

$F_n + F_{n+3} = 2F_{n+2}$
$F_n{}^2 - F_{n-1}F_{n+1} = (-1)^{n+1}$
$F_0 + F_1 + F_2 + \cdots + F_n = F_{n+2} - 1$
$F_{n+m} = F_{n-1}F_m + F_nF_{m+1}$
$\displaystyle\sum_{i=k}^{i=n} F_i = F_{n+2} - F_{k+1}$
$F_n = \dfrac{1}{\sqrt{5}}(\varphi^n - \varphi'^n)$, avec $\varphi = \dfrac{1+\sqrt{5}}{2}$ et $\varphi' = -\dfrac{1}{\varphi}$
$\displaystyle\lim_{n\to+\infty} \frac{F_{n+1}}{F_n} = \varphi$
$\begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}^n = \begin{pmatrix} F_{n+1} & F_n \\ F_n & F_{n-1} \end{pmatrix}$

59. (*Aide :* utiliser un tableau et \quad)

VARIABLES :
deux entiers A et B
TRAITEMENT :
A prend la valeur $A+B$
B prend la valeur $A-B$
A prend la valeur $A-B$
SORTIE :
Afficher A et B

20.2 Solutions

Dans le préambule est écrit `\DecimalMathComma`.

20.2.1 Commun

1. `$3,5 - 2 \times 1,25 = 3,5 - 2,5 = 1$`
2. `$10\,x + 3\,y - 2 = 0$`
3. `$\frac{2}{3} \qquad \dfrac{2}{3}$`
4. `$\dfrac{2}{3}-\dfrac{3}{4} \approx -0,083$`
5. `$1\,000 \times 1,5 = 1\,500$`
6. `$x^3 \qquad x^{12} \qquad x^{7-3}$`
7. `$a^m \times a^n = a^{m+n}$`
   `$\left(a^m\right)^n=a^{m \times n}$`
8. `$x_3 \qquad x_{12}$`
9. `$\dfrac{a^6}{a^2}=a^{6-2}=a^4$`
10. `Les objets coûtent 5 \euro{} ou 10 \$.`
11. `Les droites $(D_1)$, $\Delta$ et $\mathcal{D}$ sont...`
12. `La solution positive de $x^2=9$ est 3.`
13. `$\sqrt{49}=7 \qquad \sqrt{1+\sqrt{2}} \qquad`
    `\sqrt{a} + \sqrt{b} \neq \sqrt{a+b}$`
14. `... l'expression \[E=x^2-4x+1\] pour $x=-\sqrt{5}$.`
15. `$(2\sqrt{3}+1)(\sqrt{3}-2)$`
16. `Sans calculatrice, calculer :`
    `$\sqrt{31+\sqrt{21+\sqrt{13+\sqrt{7+\sqrt{3+\sqrt1}}}}}$`
17. `$3+5 \times 7 \qquad (3+4) \div 2$`
18. `$A=\dfrac{\dfrac{2}{3}-\dfrac{4}{5}}{\dfrac{1}{5}+2}$`
    `$B=\dfrac{\dfrac{2}{3}}{\ \dfrac{1}{5}+\dfrac{4}{15}\ }$`
19. `$x\,(x-1)=0 \Longleftrightarrow x=0 \text{ ou } x=1$`
20. `Compl\'eter avec < ou > : $-3,5~\ldots~-2,1$`
21. ```
    \begin{eqnarray*}
    (a+b)^2 & = & (a+b)(a+b) \\
    & = &a^2+a\,b+a\,b+b^2 \\
    & = & a^2+2\,a\,b+b^2
    \end{eqnarray*}
    ```
22. `$\overline{x}=\dfrac{3\times12+2\times14}{3+2}=12,8$`
23. `$m=\dfrac{3\times12+\cdots+2\times15}{3+\cdots+2}=13,2$`
24. ```
    $\square \quad (a-b)^2=a^2-b^2$\par
    $\square \quad (a-b)^2=a^2+b^2$\par
    $\square \quad (a-b)^2=a^2-2\,a\,b+b^2$\par
    $\blacksquare \quad (a-b)^2=a^2-2\,a\,b+b^2$
    ```
25. `A: $-15x-30$\quad B: $-8x-11$ \hfill A$\square$ B$\square$`
26. `Rouge \dotfill 24\,\%\par Bleu \dotfill 9\,\%\par ...`
27. ```
    $\left\{\begin{array}{r@{~}c@{~}l}
    3\,x+2\,y&=&5 \\
    5\,x-4\,y&=&1
    \end{array}\right. $
    ```
28. `$(x-1)\left(x-\dfrac{2}{3}\right)$`
29. ```
    \begin{tabular}{|*{5}{c|}}
    \hline
    $x$ & 0 & 1,5 & 2 & 130 \\ \hline
    $f(x)$ & 0 & 2,25 & 4 & 16\,900\\
    \hline
    \end{tabular}
    ```
30. ```
    \begin{tabularx}{0.8\linewidth}{|c|*{4}{>{%
    \centering \arraybackslash}X|}}
    \hline
    $x$ & 0 & 1,5 & 2 & 130 \\ \hline
    $f(x)$ & 0 & 2,25 & 4 & 16\,900\\
    \hline
    \end{tabularx}
    ```
31. ```
    Résultats : \begin{tabular}{|c|c|c|}
    \cline{2-3}
    ```

```
\multicolumn{1}{c|}{}&A&B\\ \hline
C & 1 & 2\\ \hline D & 3 & 4\\
\hline \end{tabular}
```

32. `$x^2-1-(x-1)=x^2-\cancel{1}-x+\cancel{1}=x^2-x$`

33. `$a^n=\underbrace{a \times a \times \cdots \times a}_{%`
`{n \text{ fois }}}$`

34. `\begin{minipage}{3cm} ... \end{minipage}`
`\hfill \begin{minipage}{4.5cm} ... \end{minipage}`

35. `\begin{minipage}[b]{3cm} ... \end{minipage}`
`\hfill \begin{minipage}[b]{4.5cm} ... \end{minipage}`

36. `$\mathrm{P}\,(\{R\heartsuit\})=0,031\,25$`
ou : `$\mathrm{P}\,(\{R\heartsuit\})=\np{0,03125}$`

37.
```
\psset{unit=0.71cm}
\begin{pspicture}(-1,-1)(1,1)
\pscircle(0,0){1}
\SpecialCoor
\pswedge[fillstyle=solid,fillcolor=lightgray]{1}{0}{135}
\psline[linestyle=dashed](1;0)(1;180)
\psline[linestyle=dashed](1;90)(1;270)
\psline[linestyle=dashed](1;45)(1;225)
\psline[linestyle=dashed](1;135)(1;315)
\end{pspicture}
```

38.
```
\begin{center}
\psset{unit=1.5cm,fillstyle=solid}
\begin{pspicture}(-1,-1)(1,1)
\pswedge{1}{0}{45}
\pswedge[fillcolor=lightgray]{1}{45}{135}
\pswedge[fillcolor=gray]{1}{135}{225}
\pswedge[fillcolor=darkgray]{1}{225}{270}
\pswedge[fillcolor=black]{1}{270}{360}
\rput(0.65;22.55){A} \rput(0.65;90){B}
\rput(0.65;180){C}
\rput(0.65;247.5){\textcolor{white}{D}}
\rput(0.65;315){\textcolor{white}{E}}
\end{pspicture}
\end{center}
```

39.
```
\begin{pspicture}(-4.75,-0.75)(3.75,0.75)
\psline{->}(-4.75,0)(3.75,0)
\multido{\n=-4+1}{8}{\psline[linewidth=1.2pt]%
(\n,-0.15)(\n,0.15)}
\multido{\n=-4+1}{8}{\uput[d](\n,-0.27){\n}}
\end{pspicture}
```

40.
```
\psset{xunit=0.006cm}
\begin{pspicture}(-50,-0.5)(1050,0.5)
\psline{->}(-50,0)(1050,0)
\multido{\n=0+250}{5}{\psline(\n,-0.1)(\n,0.1)}
\multido{\n=0+250}{5}{\uput[d](\n,-0.05){\nombre{\n}}}
\end{pspicture}
```
0,006 provient de $1{,}5 \times 0{,}004 = 1{,}5 \times (1 \div 250)$.

41.
```
\begin{pspicture}(0,0)(5,2.5)
\multido{\n=0+0.5}{11}{%
\multido{\r=0+0.5}{5}{%
\pscircle*(\n,\r){0.035} }}
\end{pspicture}
```

42.
```
\begin{eqnarray*}
(1+\sqrt{3})^2
& = & 1^2+2 \times 1 \times \sqrt{3} + (\sqrt{3})^2\\
& = & 1+2\,\sqrt{3}+3 \\ & = & 4+2\,\sqrt{3}
\end{eqnarray*}
```

43.
```
\newcommand{\REP}{%
$(O\,;\,\vec{\imath}\,,\,\vec{\jmath}\,,\,\vec{k})\xspace$}
```

44. `Si $a=b\,q+r$ (avec $0 \leqslant r < b$) \par alors`
`$\mathrm{PPCM}(a,b) = \mathrm{PPCM}(b,r)$`

45. `Les égalités suivantes sont-elles vraies ou fausses ?`
`\begin{align*}6-3(x+1)&=3x+3\\x^2-x(3x+2)+1&=4x^2-1\end{align*}`

46. `$E \stackrel{ \text{hyp} }{=} 0$`

47. `$c=1+t\,\%=1+\dfrac{t}{100}$`

48. `\texttt{=C3+\$D\$2*B\$1/\$A3}`

49. `\texttt{=SOMME(A\$1:A2)}`
Si le texte n'est pas écrit en télétype, il faudra mettre une espace fine de retrait (`\!`) devant les deux points.

50. `\texttt{=B\$1*C\$1$^{\wedge}$A1}`
    Si le texte est écrit en télétype, on préfèrera $*$ (`$\ast$`) à $\times$ (`$\times$`) .
51. `$\underbrace{2x+1}_{\text{Gauche}}=\underbrace{%`
    `3x-7}_{\text{Droite}}$`
52. `Défi \hfill \textit{Facile !}`
53. `\fcolorbox{black}{lightgray}{bord = noir, fond = gris clair}`
54. `\fcolorbox{black}{lightgray}{\textcolor{white}{%`
    `bord = noir, fond = gris clair, texte = blanc}}`
55. `\fcolorbox{black}{black}{\textcolor{white}{%`
    `bord = noir, fond = noir, texte = blanc}}`

20.2.2 Collège

1. `$(+4)-(-1)+(-6)-(+2)$`
2. `$\dfrac{15}{12}=\dfrac{15 \div 3}{12 \div 3}=\dfrac{5}{4}$`
3. `$\dfrac{2}{3}+\dfrac{7}{6}=\dfrac{4}{6}+\dfrac{7}{6}`
   `=\dfrac{4+7}{6}=\dfrac{11}{6}$`
4. `$\sqrt{48}=\sqrt{16\times 3}=\sqrt{16}\times\sqrt{3}=4\sqrt{3}$`
5. `$3 \cdot 10^4 \times 5 \cdot 10^{-5}$`
6. `Factoriser $4x^2-1-(2x-1)(5x+7)$.`
7. `$BC^2=AB^2+AC^2$` donc `$\boxed{AB=\sqrt{BC^2-AC^2}}$`
8. `$\sin \widehat{BAC} = \dfrac{5}{13} \approx 0,385$`
   `donc $\widehat{BAC} \approx 23\degres$`
9. `$\widehat{MAN}=\frac{1}{2}\,\widehat{MON}$`
10. `$(AB) \perp (CD)$`
11. `\begin{tabular}{@{$7\ \times$\ } c @{\ =\ } r}`
    `1 & 7\\ 2 & 14 \\ 3 & 21 \\ 4 & 28\\`
    `\end{tabular}`
12. `\begin{tabular}{c@{ }r@{ }r@{ , }l@{ }l}`
    `&4&1&2&\\`
    `+&7&$\star$&9&3 \\ \hline`
    `&1 1&6&$\star$&3\\`
    `\end{tabular}`
13. `\opdiv[decimalsepsymbol=,,displayintermediary=all]{360}{225}`
14. `$V=\dfrac{4}{3} \times \pi \times 5^3$`
15. `$V=L\times \ell \times h$`
16. `$\text{Format} = \dfrac{\text{longueur...}}{\text{largeur...}}$`
17. `\renewcommand\arraystretch{1.5} \begin{tabularx}{\linewidth}{%`
    `|c|*{4}{>{\centering\arraybackslash}X|}}`
    `\cline{3-5}`
    `\multicolumn{2}{c|}{} &1... &2... &5...\\`
    `\hline`
    `\multirow{2}{*}{\rotatebox{90}{PRIX}}&`
    `Form. B&&&\\ \cline{2-5}  &Form. C &&&\\ \hline \end{tabularx}`
18. `$\dfrac{\left(10^{-3}\right)^2 \times  10^4}{10^{-5}}$`
19. `On donne :`
    `\[\text{B} =`
    `\dfrac{8\times 10^8\times 1,6}{0,4\times 10^{-3}}`
    `\qquad \text{C} =`
    `\left(\sqrt{5}+\sqrt{10}\right)^2 - 10\sqrt{2}\]`
20. `$\mathcal{A}=\sqrt{%`
    `\dfrac{p}{2}\left(\dfrac{p}{2}-a\right)`
    `\left(\dfrac{p}{2}-b\right)`
    `\left(\dfrac{p}{2}-c\right)}$`
21. `... $C=5\sqrt{12}+\sqrt{27}-10\sqrt{3}$.\\`
    `Écrire $C$ sous la forme $a\sqrt{b}$,`
    `où $a$ et $b$ sont deux nombres entiers.`

20.2.3 Lycée

1. `$\mathbf{R}\setminus\left\{\dfrac{2}{3}\right\}$`
2. `$m=\dfrac{y_B-y_A}{x_B-x_A}$`
3. `$\gamma = \alpha + 2\,\beta$`
4. `pour tout $x$ de $\mathbb{R}$, on a : $x^2=(-x)^2$`
5. `Si $\Delta > 0$ alors $x_{1,2}`
   `=\dfrac{b\ \pm\ \sqrt{\Delta}}{2a}$`
6. `$f(x)=\ln\left(1+\dfrac{1}{x}\right)$`
7. `$\exp(x)=\mathrm{e}^x$`
8. `$\mathrm{e}^{\mathrm{i}{\textstyle\frac{\pi}{6}}}$`
   `$\mathrm{e}^{\mathrm{i}{\frac{\pi}{6}}}$`

9. `$f(x)=\ln(\mathrm{e}^x+1)$`
10. `$\cos \left(\dfrac{\pi}{6}\right)= \sin \left(\dfrac{\pi}{3}\right)$`
11. `$\cos \dfrac{\pi}{6}=\dfrac{\sqrt{3}}{2}$`
12. `$f(x)=1+\tan^2 x$\par $f(x)=1+\dfrac{\sin^2 x}{\cos^2 x}=% \dfrac{\cos^2 x + \sin^2 x}{\cos^2 x}=\dfrac{1}{\cos^2 x}$`
13. `$\mathcal{R}\ (O\,;\,\vec{\imath}\,,\,\vec{\jmath})$`
14. `$\vec{u} \cdot \vec{v}=0 \Longleftrightarrow \vec{u} \perp \vec{v}$`
15. `$\overrightarrow{AB} \cdot \overrightarrow{AC}$`
16. `$\overrightarrow{AB}\,\left(\begin{array}{l} x_B-x_A=3-(-1)=4 \\ y_B-y_A=5-2=3 \\ \end{array} \right)$`
17. `$\begin{array}{|cc|}3&2\\ 5&-4\end{array}$`
18. `$\begin{vmatrix}3&2\\ 5&-4 \end{vmatrix}= 3\times (-4)-2\times 5=-22$`
19. `$\displaystyle \lim_{x \to 0,x>0}\frac{\sin x}{x}=1$`
20. `$\displaystyle \lim_{n \to \infty}x_n=\ell$`
21. `$\displaystyle\lim_{n \to +\infty}q^{n}=\left\{% \begin{array}{c@{\text{ si }}c} 0 & q < 1\\ 1& q =1\\ +\infty &q>1 \end{array}\right.$`
22. `$(x\neq 0)\ \dfrac{x^2}{x^2+1}=\dfrac{1}{1+\dfrac{1}{x^2}}% =\dfrac{1}{1+x^{-2}}$`
23. `$\overline{y}=a\,\overline{x}+b$`
24. `$\int_1^2 (3x^2+4)\,\mathrm{d}x = [x^3+4x]_1^2=16-5=11$`
25. `$\displaystyle\int_0^{\pi} \sin x\,\mathrm{d}x = [-\cos x]_0^{\pi}=-(-1)+1=2$`
26. `$\displaystyle\sum_{i=0}^n q^i=\dfrac{1-q^{n+1}}{1-q}$`
27. `$\sigma^2=\dfrac{1}{N}\, \displaystyle\sum_{i\,=\,0}^p n_i(x_i-\overline{x})^2$`
28. `$\left(\dfrac{u}{v}\right)'=\dfrac{u'v-uv'}{v^2}$`
29. `$\begin{array}{|c|ccccccc|}\hline x&0&&2&&5&&9\\ \hline f'(x)&&+&0&-&||&-&\\ \hline \end{array}$` On peut remplacer `||` par `\|`, par `\vert\vert` par `\big\|`(les barres touchent alors les lignes horizontales et il n'y a pas de blanc entre deux lignes comportant deux `||` l'un en-dessous de l'autre).
30. `\psset{nodesep=0pt} $\begin{psmatrix}[mnode=circle,fillcolor=blue,% fillstyle=solid,colsep=2,rowsep=0.75] & {} \\ {} & {} \\ & {} \end{psmatrix}$`

    `\psset{nodesep=0pt} \ncarc[arcangle=45]{2,2}{1,2} \ncarc[arcangle=45]{2,2}{3,2} \ncarc[arcangle=-45]{2,2}{1,2} \ncarc[arcangle=-45]{2,2}{3,2} \ncline{2,1}{1,2} \ncline{2,1}{2,2} \ncline{2,1}{3,2}`
31. `$25 \equiv 1 \pmod 4$`
32. `$N=p_1^{\ a_1} \times p_2^{\ a_2}% \times \cdots \times p_n^{\ a_n}$`
33. `$\text{P}(\overline{B})=1-\text{P}(B)$`
34. `$\overline{A \cup B} = \overline{A} \cap \overline{B}$`
35. `$p_S(F)=\dfrac{p(S \cap F)}{p(S)}$`
36. `Formule des probabilités totales : \begin{align*}p(S)&=p(F \cap S) + p(F \cap \overline{S})\\ &=p(F) \times p_F(S)+p(\overline{F}) \times p_{\overline{F}}(S) \end{align*}`
37. `$\displaystyle\binom{n}{p}=\frac{n!}{p!\,(n-p)!}$` *Ou :* `$\begin{pmatrix}n\\p\end{pmatrix}=\dfrac{n!}{p!\,(n-p)!}$`
38. `$\displaystyle(x+y)^n=\sum_{k=0}^n\,\binom{n}{k}\,x^{n-k}\,y^k$`
39. `$\displaystyle\binom{i}{j}=\binom{i-1}{j-1}+\binom{i-1}{j}$`
40. `$\begin{pmatrix}1&3\\ -5&7 \end{pmatrix}$` `$\begin{bmatrix}1&3\\ -5&7 \end{bmatrix}$`

41. `$\mathrm{E}\,(X)=\sum_{i=1}^n p_i\,x_i$`
42. `$p(|X| \leqslant u_{\alpha})=1-\alpha$`
43. `$u_{0}\in \mathbb{R}_{+}$ et, pour tout $n$, %`
    `$ u_{n+1}=\dfrac{2\,u_{n}}{3\,u_{n}+1}$`
44. `$\forall n\in \mathbb{N},\quad%`
    `\left\vert u_{n+1}-\dfrac{1}{3}\right\vert \leqslant%`
    `\dfrac{1}{2}\left\vert u_{n}-\dfrac{1}{3}\right\vert$`
45. `$\begin{pmatrix}3 & 4 \\ -4 & 3 \end{pmatrix} \cdot %`
    `\begin{pmatrix}3 & -4 \\ 4 & 3 \end{pmatrix}=25\, I_2$`
46. `$\left|3-\dfrac{1}{2}\mathrm{i}\right|=\sqrt{3^2+%`
    `\left(-\dfrac{1}{2}\right)^2}$`
47. `$\left|\dfrac{1}{4}+\dfrac{\sqrt{3}}{4}\mathrm{i}\right|^2=%`
    `\left(\dfrac{1}{4}\right)^2+\left(\dfrac{\sqrt{3}}{4}\right)^2$`
48. `$\overline{z+3\mathrm{i}}=\overline{z}-3\mathrm{i}$`
    `$\overline{z+3\mathrm{i}}=\overline{\vphantom{3}z}-3\mathrm{i}$`
49. `$\arg \dfrac{z-z_A}{z-z_B}=\dfrac{\pi}{2}\ (2\pi)$`
50. `$\mathrm{P}\,(X>s+t\mid X>t)=\mathrm{P}\,(X>s)$`
51. `$\mathrm{P}\,(X>t)=\mathrm{e}^{-\lambda\,t}`
    `\xrightarrow[t\to+\infty]{} 0$`
52. `$z_i=\ln\left(\dfrac{y_i}{100}\right)$`
53. `$\displaystyle\int_{\ln 2}^{\ln 3}`
    `\dfrac{\text{e}^x}{%`
    `\left(\text{e}^x+1\right)^2}\,\mathrm{d}x$`
54. `$\mathcal{D} : \left\{\begin{array}{l@{~=~}r}`
    `x&-t\\`
    `y&3 + 3t\\`
    `z&1 - t`
    `\end{array}\right.,~ t \in \mathbb{R}$`
55. `$\left[f-\dfrac{1}{\sqrt{n}}\,;f+\dfrac{1}{\sqrt{n}}\right]$`
56. `$\left\{X \in [x-2\sigma\,;x-2\sigma] \right\}$`
57. `$\left[p-1,96\,\dfrac{\sqrt{p(1-p)}}{\sqrt{n}}\,;%`
    `p+1,96\,\dfrac{\sqrt{p(1-p)}}{\sqrt{n}}\right]$`
58. Propriétés des nombres de Fibonacci`\par`
    `$F_n+F_{n+3}=2F_{n+2}$\par`
    `$F_n^{~2}-F_{n-1}F_{n+1}=(-1)^{n+1}$\par`
    `$F_0+F_1+F_2+\cdots+F_n=F_{n+2}-1$\par`
    `$F_{n+m}=F_{n-1}F_m+F_nF_{m+1}$\par`
    `$\displaystyle\sum_{i=k}^{i=n}F_i=F_{n+2}-F_{k+1}$\par`
    `$F_n=\dfrac{1}{\sqrt5}(\varphi^n-\varphi'^n),%`
    `\quad\text{avec }\varphi=\dfrac{1+\sqrt5}{2}\text{ et }`
    `\varphi'=-\dfrac{1}{\varphi}$\par`
    `$\lim\limits_{n\to+\infty}\dfrac{F_{n+1}}{F_n}=\varphi$\par`
    `$\begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}^n %`
    `=\begin{pmatrix} F_{n+1} & F_n \\ F_n & F_{n-1} \end{pmatrix}$`
59. `\begin{center}`
    `\begin{tabular}{l}`
    `\textsc{Variables} :\\`
    `\quad deux entiers $A$ et $B$ \\`
    `\textsc{Traitement} :\\`
    `\quad $A$ prend la valeur $A+B$\\`
    `\quad $B$ prend la valeur $A-B$\\`
    `\quad $A$ prend la valeur $A-B$\\`
    `\textsc{Sortie} :\\`
    `\quad Afficher $A$ et $B$\\`
    `\end{tabular}`
    `\end{center}`

Bibliographie et sitographie

LaTeX...

Distribution de LaTeX

[1] http://www.gutenberg.eu.org

[2] http://www.xm1math.net/texmaker/download_fr.html
Distribution TeX Maker

[3] http://www.framasoft.net/article1320.html
Distribution TeXLive

Quelques pages donnant les procédures pour installer LaTeX pas à pas

[4] http://www.siteduzero.com/tutoriel-3-258569-installer-latex.html

[5] http://chamblandes.tuxfamily.org/LaTeXWindows/index.html

[6] http://ww2.ac-poitiers.fr/math/spip.php?article165

[7] http://fr.wikibooks.org/wiki/LaTeX/Installer_LaTeX

[8] http://mach.elec.free.fr/guide_pour_installer_latex_sous_Windows.htm

[9] http://www.exomatik.net/U-Latex/USBTeX
USBTeX : Un environnement LaTeX complet sur clé USB

Trois éditeurs (parmi d'autres)

[10] http://www.xm1math.net/texmaker/index_fr.html

[11] http://www.texniccenter.org/

[12] http://pages.uoregon.edu/koch/texshop/

Livres généraux

[13] *LaTeX pour l'impatient*, H&K Éditions

[14] Bizouté, D., Charpentier, J.-C., *LaTeX, Synthèse de cours & exercices corrigés*, Pearson Education France

[15] Desgraupes, B., *LaTeX : Apprentissage, guide et référence*, Éd. Vuibert

[16] Kopka, H. et Daly, P., *A guide to LaTeX*, 3rd edition

[17] Rolland, Ch., *LaTeX par la pratique*, Éd. O'Reilly

Documentation générale à propos de LaTeX

Documentation

[18] http://www.latex-howto.be/home_frCombéfis, S., *LaTeX HowTo*

[19] http://www.ctan.org/search/?action=/index.html
L'ensemble de référence pour les extensions et de leurs documentations

[20] http://tex.loria.fr/general.html

[21] http://www.framabook.org/docs/latex/framabook5_latex_v1_art-libre.pdf, Lozano, V., *Tout ce que vous avez toujours voulu savoir sur LaTeX sans jamais oser le demander*, Framabook, In Libro Veritas

[22] http://wiki.gel.ulaval.ca/index.php?title=LaTeX
Un site type « **Wiki** » de l'Université de Laval, Canada

[23] http://tug.org/texlive/Contents/live/doc.html
Liste de tous les liens pour les packages contenus dans TeX Live.

[24] http://www.grappa.univ-lille3.fr/FAQ-LaTeX/
Recueil des questions les plus fréquentes

[25] http://science.thilucmic.fr/spip.php?article30
Des exposés sur LaTeX

[26] http://www-sop.inria.fr/miaou/latex/styles-eng.html
Brève description de plusieurs centaines de packages

[27] http://www.math.ens.fr/~millien/tdlatex/liste_commandes.pdf
Une liste expliquée de commandes

Des aide-mémoire

[28] http://melusine.eu.org/syracuse/texpng/jcc/aide.pdf

[29] http://tex.loria.fr/general/aide-memoire-latex-seguin1998.pdf

[30] http://amath.colorado.edu/documentation/LaTeX/Symbols.pdf
Une liste des symboles mathématiques

[31] http://tailrecursive.org/postscript/operators.html
Une liste des opérateurs PostScript utilisés en RPN (pour les représentations graphiques)

[32] http://www.math.jussieu.fr/~goutet/latex/liste_commandes.pdf
Une liste de commandes

Sur l'e-toile

Des tutoriels

[33] http://www.tuteurs.ens.fr/logiciels/latex/

[34] http://tex.loria.fr/apprends_latex/apprends_latex.html

[35] http://melusine.eu.org/syracuse/texpng/jcc/exercices.tex

[36] http://www.grappa.univ-lille3.fr/FAQ-LaTeX/
Une foire aux questions (FAQ) très complète

[37] http://www.ctan.org/tex-archive/info/lshort/french/flshort-3.20.pdf

[38] http://melusine.eu.org/syracuse/texpng/jcc/camille.pdf

[39] http://www.exomatik.net/LaTeX/Accueil

[40] http://www.tug.org.in/tutorials.html

[41] http://ww2.ac-poitiers.fr/math/spip.php?rubrique21

[42] http://xavier.perseguers.ch/LaTeX/tableaux/
Un guide assez complet pour créer un tableau

[43] http://bertrandmasson.free.fr/index.php?tag/listes-a-puces
Un guide pour dompter les puces

[44] ftp://ftp.inria.fr/pub/TeX/CTAN/macros/latex/contrib/enumitem/enumitem.pdf
La documentation du package enumitem

[45] http://melusine.eu.org/syracuse/jcc/xlop/fr-user.pdf
Un guide complet pour le package xlop

[46] http://latex.developpez.com/cours/

[47] http://www.tug.org/texlive/Contents/live/texmf-dist/doc/latex/bclogo/bclogo-doc.pdf
Un guide complet pour le package bclogo

[48] http://www.exomatik.net/U-Latex/Courbes

[49] http://www.tug.org/texlive/Contents/live/texmf-dist/doc/latex/crossword/cwpuzzle.pdf
La documentation pour le package cwpuzzle permettant de dessiner des grilles de mots croisés

[50] http://www.latex-howto.be/files/LaTeX-HowTo-ch13.pdf

[51] http://altermundus.fr/pages/downloads/doc-alterqcm.pdf
La documentation du package alterqcm pour écrire des QCM

[52] http://www-math.mit.edu/~psh/exam/examdoc.pdf
La documentation de la classe exam

[53] http://ctan.mines-albi.fr/macros/latex/contrib/draftwatermark/draftwatermark.pdf
Le document du package draftwatermark pour obtenir des filigranes

[54] http://distrib-coffee.ipsl.jussieu.fr/pub/mirrors/ctan/macros/latex/contrib/draftcopy/draftcop

[55] http://blog.developpez.com/ocamlblog/p9437/latex/les-questionnaires-a-choix-multiples-ave/

[56] http://www.troubleshooters.com/linux/lyx/ownlists.htm
Création de listes

[57] ftp://ftp.isu.edu.tw/Unix/CTAN/macros/latex/contrib/minitoc/fminitoc.pdf
Pour faire des mini-tables des matières

[58] http://www.grappa.univ-lille3.fr/FAQ-LaTeX/14.2.html
Pour faire des mini-tables des matières

[59] http://www.xm1math.net/doculatex/index.html
Tutoriel sur la saisie du code source avec Texmaker, fait par l'auteur du logiciel

[60] http://www.latex-howto.be/files/LaTeX-HowTo-ch4.pdf
Tutoriel sur la gestion des images

[61] http://mirror.hmc.edu/ctan/macros/latex/contrib/engrec/engrec.pdf
Énumération de listes avec des minuscules ou de majuscules grecques

[62] http://ctan.mines-albi.fr/macros/latex/contrib/easylist/easylist-doc.pdf
Documentation sur le package easylist pour des items numérotés selon les niveaux

[63] http://tehessin.tuxfamily.org/?page=41
Pour écrire en maya, cunéiforme et en hiéroglyphe

[64] http://www.math.u-psud.fr/~bernardofpc/ens/CIES/Avance-beamer.pdf

[65] http://distrib-coffee.ipsl.jussieu.fr/pub/mirrors/ctan/macros/latex/contrib/tkz/tkz-tab/doc/tk
La documentation sur le package tikz-tab, pour dresser des tableaux de variation

[66] http://gte.univ-littoral.fr/members/dbitouze/pub/latex/diapositives-cours-d

Des forums

[67] http://forum.mathematex.net/latex-f6/

[68] http://www.latex-community.org/forum/

[69] http://www.developpez.net/forums/f149/autres-langages/autres-langages/latex/

[70] http://www.les-mathematiques.net/phorum/list.php?10

[71] https://groups.google.com/forum/#!forum/fr.comp.text.tex

Pour le dessin

Les logiciels facilitant l'utilisation de LaTeX

[72] http://www.geogebra.org/cms/index.php?lang=fr
Le logiciel Geogebra

[73] http://www.geogebra.org/book/intro-en.pdf

[74] http://www.geogebra.org/en/wiki/index.php/DocumentsFr
Les icônes de menu de Geogebra

[75] http://www.xm1.math.net/pstplus/download.html
Le logiciel Pstplus

[76] http://texgraph.tuxfamily.org/
Le logiciel TexGraph

[77] http://latexdraw.sourceforge.net/fr/index.html
Le logiciel LaTexDraw

[78] http://eukleides.free.fr/download/index.html
Le logiciel Eukleides

[79] http://eukleides.free.fr/samples/index.html
Diverses exemples avec le logiciel Eukleides

[80] http://eukleides.free.fr/reference/index.html
L'ensemble des commandes du logiciel Eukleides

Des présentations de PSTricks

[81] http://www.gutenberg.eu.org/pub/GUTenberg/publicationsPDF/16-girou.pdf

[82] https://documents.epfl.ch/users/d/da/danalet/www/MiniProjet/PSTricks.pdf

[83] http://ww2.ac-poitiers.fr/math/IMG/pdf/synthese.pdf
Un site dédié à PSTricks avec une énorme quantité d'exemples.

[84] http://tug.org/PSTricks/main.cgi?file=examples

Des guides sur l'extension pst-eucl, pour la géométrie euclidienne

[85] http://dominique.rodriguez.9online.fr/pst-eucl
Site de l'auteur : présentation, téléchargement, ...

[86] http://distrib-coffee.ipsl.jussieu.fr/pub/mirrors/ctan/graphics/pstricks/contrib/pst-eucl/eucl
(par l'auteur)

[87] ftp://ftp.uvsq.fr/pub/TeX/CTAN/graphics/pstricks/contrib/pst-eucl/euclide.pdf

[88] http://christophe.deleuze.free.fr/D/dessins.htmlf

Un guide sur l'extension pst-func, pour certaines représentations graphiques

[89] http://ftp.oleane.net/pub/CTAN/graphics/pstricks/contrib/pst-func/doc/pst-func-doc.pdf

Un guide sur l'extension pst-ob3d, pour dessiner des objets dans l'espace

[90] http://www.math.washington.edu/tex-archive/graphics/pstricks/contrib/pst-ob3d/pst-ob3d.pdf

Un guide sur l'extension pst-fun, pour dessiner des objets humoristiques

[91] http://ftp.oleane.net/pub/CTAN/graphics/pstricks/contrib/pst-fun/pst-fun-doc.pdf

Des présentations de TikZ

[92] http://math.et.info.free.fr/TikZ/
Page d'accueil pour le logiciel TikZ

[93] http://math.et.info.free.fr/TikZ/bdd/TikZ-Impatient.pdf
La brochure de documentation du logiciel TikZ

[94] http://www.texample.net/tikz/examples/

[95] http://mirror.ibcp.fr/pub/CTAN/graphics/pgf/base/doc/generic/pgf/pgfmanual.pdf
En anglais

[96] http://www.texample.net/tikz/examples/all/

[97] http://math.et.info.free.fr/TikZ/Arbres.html
Une application pour engendrer des arbres avec TikZ

Des présentations avec Beamer et des animations

[98] http://mcclinews.free.fr/latex/beamergalerie/completsgalerie.html

[99] http://mcclinews.free.fr/latex/introbeamer.php

[100] http://www.ctan.org/tex-archive/macros/latex/contrib/beamer/doc/beamerguide.pdf
En anglais. Complet sur le sujet !

[101] http://www.tug.org/texlive/Contents/live/texmf-dist/doc/latex/animate/animate.pdf
Documentation sur l'extension animate

[102] http://wiki.mathematex.net/doku.php?id=wiki:latex:modules:animate
Un wiki sur l'extension animate

Changement de fonte

[103] http://distrib-coffee.ipsl.jussieu.fr/pub/mirrors/ctan/fonts/fourier-GUT/doc/latex/fourier/fo

[104] http://jacques-andre.fr/fontex/Fourier-orn.pdf
Inventaire des ornements de « Fourier »

[105] http://www.cuk.ch/articles/4237
Un aperçu des polices de caractères utilisables par LaTeX

[106] http://www.tug.dk/FontCatalogue/allfonts.html
Toutes les fontes disponibles

Algorithmique

[107] http://en.wikibooks.org/wiki/LaTeX/Algorithms_and_Pseudocode

[108] http://ctan.mines-albi.fr/macros/latex/contrib/algorithms/algorithms.pdf

[109] http://www.xm1math.net/doculatex/algtolatex.html
Algorithmes « à la AlgoBox » avec LaTeX

Des utilitaires !

[110] http://mathsaulyceeddl.free/spip.php?rubrique66
Une macro pour les suites récurrentes

[111] http://altermundus.fr/pages/download.html
Une extension pour des QCM.

[112] http://zoonek.free.fr/LaTeX/LaTeX_samples_section/0.html
Des exemples de mise en forme des titres de section

[113] http://detexify.kirelabs.org/classify.html#new
Pour retrouver l'écriture de saisie d'un symbole

Pour convertir des images

[114] http://image.online-convert.com/convert-to-eps
Pour convertir une image, en particulier au format eps

[115] http://www.imagemagick.org/script/index.php
Le logiciel ImageMagick

[116] http://www.gimp.org/
Le logiciel Gimp

Des banques d'images au format eps

[117] http://www.geogebra.org/en/upload/index.php?&direction=0&order=&directory=french/DocumentsFr

[118] http://www.geogebra.org/en/wiki/index.php/DocumentsFr
Les icônes de Geogebra 4

[119] http://melusine.eu.org/syracuse/metapost/vrac/cartes/
Des cartes à jouer

Des ressources : des fichiers source prêts à la copie !

Quelques ressources pour le Collège

[120] http://213.215.35.70
La base d'exercices (de Christophe Poulain)

Le site http://www.exomatik.net/ est en vente et ne contient plus de maths.

Quelques ressources pour le Lycée

[121] http://latekexos.org/
(Choisir ensuite le menu Recherche)
Une banque d'exercices ; certains ne sont toutefois plus au programme.

[122] http://tehessin.tuxfamily.org/?page=33
Des sources d'activités faites avec XCAS

[123] http://manuel.sesamath.net/index.php?page=manuel_et_cahiers_2nde_2014
Le fichier Sésamath du manuel de Seconde, rentrée 2014

Des annales des différentes sessions de Bac et de Brevet

[124] http://www.apmep.asso.fr/-Annales-Bac-Brevet-BTS-

Un affichage de barème

[125] http://www.tice.ac-versailles.fr/logicielslibres/spip.php?article235

Un blog perso avec des codes sources à « copier-coller »

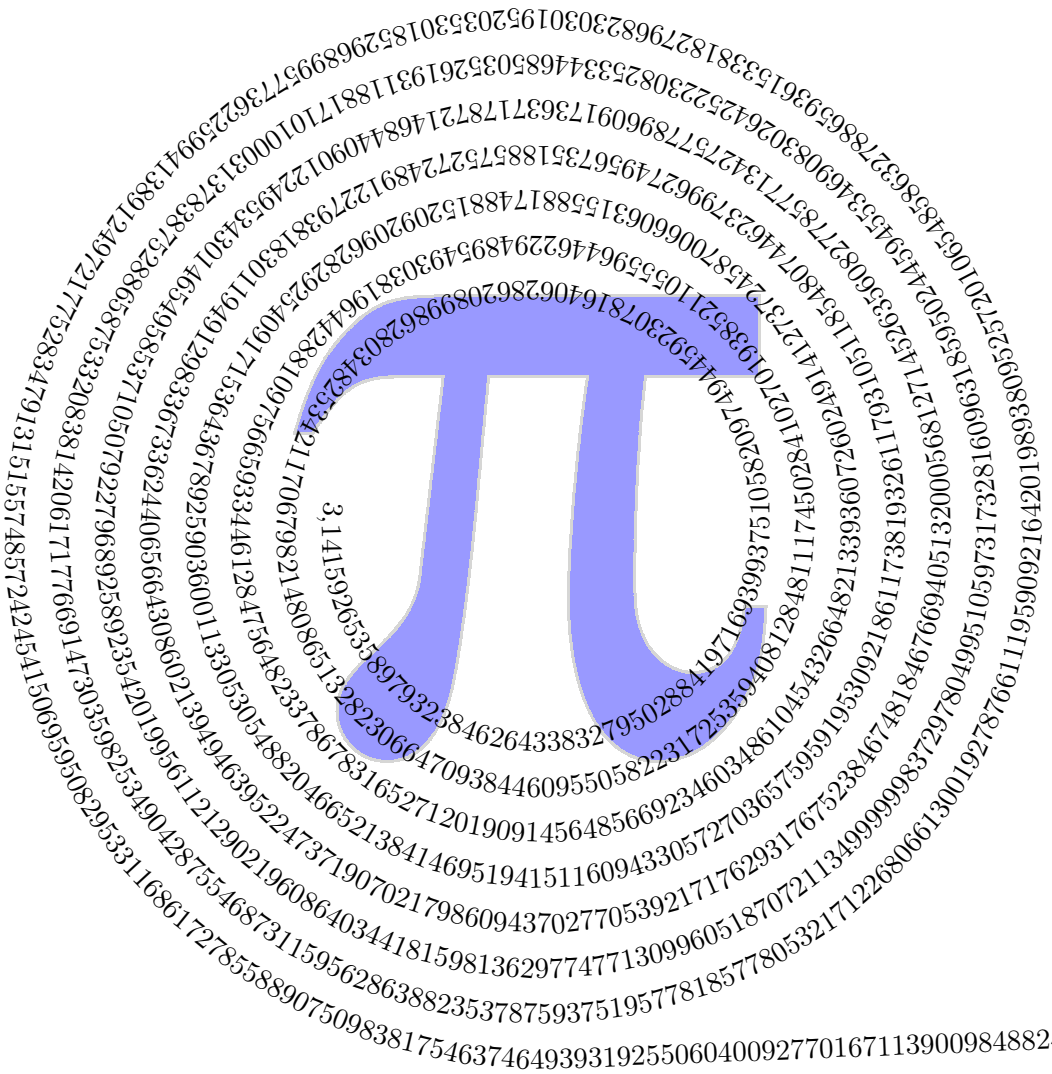
[126] http://lewebpedagogique.com/sourceslatex

Sur le site de l'IREM

[127] http://math.univ-lyon1.fr/irem/spip.php?article340

Notes

Notes


3,14159265358979323846264338327950288419716939937510582097494459230781640628620899862803482534211706798214808651328230664709384460955058223172535940812848111745028410270193852110555964462294895493038196442881097566593344612847564823378678316527120190914564856692346034861045432664821339360726024914127372458700660631558817488152092096282925409171536436789259036001133053054882046652138414695194151160943305727036575959195309218611738193261179310513526352736067749567351885752724891227938818301194912983367336244065664308602139494639522473719070217986094370277053921717629317675238467481846766940513200056812717298503185289609525720106548586327886593615338182796823030195203530185296899577362259941389124972177528347913151557485724245415069595082953311686172785588907509838175463746493931925506040092770167113900984882401285836160356370766010471